ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1931.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS DE LAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Friedrich Becke**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, survenu à Vienne le 26 juin.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Naohide Yatsu**, professeur de Zoologie à l'Université impériale de Tokyo, qui assiste à la séance.

MÉTÉORITES. — *Nouvelles observations sur les tectites de l'Indochine. Discussion de leur origine*. Note de M. **A. Lacroix**.

Mes précédentes Notes [1] sur les tectites de l'Indochine ayant intéressé à leur recherche plusieurs personnes de la Colonie, j'ai reçu de précieuses collections dont l'étude permet de faire avancer la question.

Je laisserai de côté la distribution géographique qui va en se précisant, grâce à la multiplication des gisements nouveaux, et je m'occuperai seulement de certains des matériaux de deux gisements particulièrement intéressants pour la discussion de l'origine des tectites. L'un est l'île Tan Haï, dans le Kouang-Tchéou-wan; j'ai été documenté par MM. Lochard et Fromaget; l'autre est le plateau du Lang Biang dont les gisements, trouvés par M. Krempf, ont été, en outre, explorés à ce point de vue par le Dr Yersin et par M. Poilane.

---

[1] A. Lacroix, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 117 et 234; **191**, 1930, p. 893.

Le plateau du Lang Biang se trouve dans le sud de l'Annam; il a la forme d'une ellipse mesurant 18^{km} N.-S × 10 à 12^{km} E.-W. Bosselé et gazonné, il est entouré par de magnifiques forêts de conifères; cinq pitons d'altitude de 2100 à 2400^{m} le dominent. Cette disposition montre que si, comme je le suppose, les tectites concentrées dans les alluvions, ne s'y trouvent pas dans leur gisement originel, elles n'ont subi qu'un transport relativement faible comparativement à celui des tectites des plaines basses du Cambodge s'étendant au pied du massif du Dangrek; ainsi s'explique la conservation bien meilleure de leurs formes originelles dont il va être question plus loin. D'autre part, l'altitude (1300 à 1600^{m}) de ce plateau, coupé par le 12ᵉ degré de latitude N., explique pourquoi les corrosions secondaires des tectites y sont moins intenses que sous le climat plus chaud et plus humide du Cambodge. Les échantillons étudiés ont été recueillis entre Da-lat, précieuse station d'altitude se développant sur les bords du Da Kam-li, (1475^{m}), et Dang-ka (1450^{m}) située à 13^{km} plus au N.-W.

Je ne ferai pas de différence entre les tectites du Lang Biang et celles de l'île Tan Haï; les unes et les autres sont parfois assez grosses, elles atteignent 140 grammes.

L'examen de plusieurs milliers d'échantillons y a fait retrouver toutes les formes décrites dans ma première Note, consacrée aux gisements du Cambodge. Je ne m'occuperai ici que de formes nouvelles ou caractéristiques.

Les plus typiques sont les *larmes* allongées, très sveltes ou bien renflées en *poires* ventrues et pesant jusqu'à une centaine de grammes; dans les deux cas, elles possèdent une longue queue, parfois grêle et généralement brisée, elle est creusée de cannelures parallèles entre elles, trahissant la structure interne, elles s'irradient en pénétrant sur la gibbosité de la pièce. De telles particularités ne peuvent s'expliquer que par l'hypothèse d'une masse fluide, mais visqueuse, tombant de haut en bas, sans rotation intense. Pour certaines d'entre elles il faut penser à la forme de larmes bataviques

Ces tectites en forme de larmes ou de poires se distinguent des bombes volcaniques basaltiques projetées verticalement par les explosions stromboliennes, en ce que ces bombes, généralement de forme ovoïde, se terminent à leurs deux extrémités par des prolongements grêles, portant dans les contorsions de leur surface la marque d'un mouvement de rotation autour de l'axe de révolution. On connaît bien des bombes basaltiques unipolaires,

mais elles sont rares et ne ressemblent pas aux tectites. Pour trouver des analogies avec ces dernières, on doit chercher dans les gouttelettes de verre basaltique projetées par les explosions hawaïennes d'Hawaï et de la Réunion, mais ces gouttelettes n'ont d'ordinaire que quelques millimètres de plus grandes dimensions et souvent moins ; quant à la disposition bipolaire, je ne l'ai rencontrée dans aucune tectite. Ces larmes de tectites sont généralement aplaties, comme si elles étaient arrivées sur le sol à l'état encore pâteux pour s'y déformer et ceci est à rapprocher des pièces ayant la forme d'un disque épais, déformation d'une sphère visqueuse aplatie par le choc contre le sol. Quand l'aplatissement des larmes est très grand, leur queue, au lieu d'être rigoureusement parallèle à l'axe de la pièce, est parfois légèrement infléchie vers l'une des faces d'aplatissement ; il semble que son extrémité, de plus faible dimension et par suite plus rapidement refroidie, était complètement consolidée au moment de l'arrivée sur le sol et qu'elle a été déviée de sa position initiale par la contraction due à la solidification définitive du reste de la pièce.

Les larmes ainsi constituées ont une surface corrodée, comme toutes les tectites indochinoises, mais, d'ordinaire, l'une des faces d'aplatissement porte des corrosions moins profondes que l'autre et c'est le cas pour celles vers quoi s'infléchit la queue. Il serait intéressant de savoir quelle est la disposition de ces faces dans leur gisement. J'ai tendance à penser que la corrosion est maximum sur la surface inférieure, mais je n'ai pas d'observations directes permettant de démontrer cette hypothèse.

La considération de tout ce qui précède donne l'explication de l'origine des tectites en forme de coins, de larmes, de plaquettes étirées d'aiguilles parfois très aiguës, si fréquentes au Cambodge et dont la surface est couverte de cupules de corrosion qui ont fait disparaître les détails de leur forme initiale.

Très fréquemment, les larmes qui viennent d'être décrites, ne sont pas intactes, mais brisées, surtout au voisinage de la jonction de la queue et de la gibbosité et ceci, aussi bien que leur forme originelle, fait penser aux larmes bataviques. La cassure n'est pas plane, mais convexe; elle n'est pas comparable à celle des perlites volcaniques qui conduit à la production de globules plus ou moins réguliers: ici la cassure est constituée par l'intersection de calottes sphériques ou ellipsoïdales qui se rencontrent en déterminant des arêtes courbes; l'ensemble rappelle le cimier d'un casque et notamment cette variété de prehnite de l'Oisans que les anciens minéralogistes

appelaient la prehnite casquée. Moins fréquentes sont les intersections, non plus de deux, mais de trois ou quatre calottes, donnant ainsi des pointements plus complexes, à faces et arêtes courbes.

Des pièces globulaires ou ovoïdes, uniquement limitées par des cassures de ce genre, ne sont pas rares. Leur forme est certainement postérieure à la chute, car leur surface n'est pas vitreuse, comme celle déterminée par la rupture artificielle d'une tectite, elle est dépolie, seulement terne, alors que les surfaces primaires portent de profondes cupules de corrosion.

Il est difficile de définir avec précision toutes ces variétés morphologiques sans le secours de figures ; on les retrouvera représentées par des photographies dans les planches d'un Mémoire qui paraîtra dans les Archives du Muséum.

La cassure de ces larmes et poires met souvent en évidence dans celles-ci des bulles se distinguant bien des cupules de corrosion ; parfaitement sphériques dans la partie renflée des poires, elles sont allongées dans les parties étirées; elles peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre. Il est à remarquer que dans les verres volcaniques renfermant plus de 70 pour 100 de silice et par suite se rapprochant des tectites, au point de vue chimique, les bulles gazeuzes, généralement petites, sont étirées à cause de la grande viscosité du magma. Cette différence semble indiquer que dans les tectites, le dégagement des gaz a dû se faire à haute température.

On rencontre enfin des fragments ayant l'aspect de débris de coquilles; ils proviennent du morcellement de boules creuses, beaucoup plus volumineuses que celles que j'ai observées à l'état intact; les unes étaient parfaitement sphériques, les autres ellipsoïdales. Elles étaient comparables à cette tectite que j'ai décrite antérieurement comme provenant sans doute de Malaisie et dans quoi une bulle gazeuse unique, excentrique, a 6^{cm} de diamètre, alors que la pièce en mesure 8. On sait que certains boutons d'australite, décrits par M. Dunn, possèdent la même particularité.

En résumé, l'ensemble des faits qui viennent d'être relatés ne semble pas pouvoir s'expliquer autrement que par l'hypothèse d'une chute verticale de matière fondue, possédant une haute température. Ce sont là des arguments positifs, plaidant en faveur de l'origine météoritique des tectites.

Une fois admise cette hypothèse, reste à discuter l'âge de cette chute. J'ai signalé déjà la découverte faite par M. Parmentier d'un fragment de tectite sous une idole khmer de la région d'Angkor; cet archéologue me

fait savoir que le monument d'où elle provient n'est certainement pas postérieur au VIIIe siècle de notre ère. D'autre part M. Krempf m'a envoyé une poignée de sable d'une couche des environs de Da-lat renfermant des tectites; elles y sont accompagnées de fragments de charbon de bois, restes de l'incendie de la forêt; on peut se demander si ce charbon n'est pas un indice de la présence de l'homme (1), bien qu'aucun reste d'industrie humaine n'ait été observé. Enfin M. Le Breton m'a communiqué des tectites du Nord Annam (Phuong-Ki, à environ 19km S.-S.-E. du gisement de Ben-Trai-Lat) (2), provenant de la partie supérieure d'une ancienne terrasse fluviale, contemporaine de celle où ce géologue a recueilli (3) des tessons de poterie du Néolithique supérieur. Cette observation resserre donc les limites du problème, en permettant de reculer l'âge minimum de ce gisement et par suite de la chute de toutes les tectites de l'Indochine, car il est peu vraisemblable qu'un phénomène de cet ordre se soit produit plusieurs fois dans la même région au cours de la même période géologique.

GÉOGRAPHIE. — *Les dernières feuilles de la Carte Générale Bathymétrique des Océans* (*Panneau du Pôle Nord*). Note de M. **Emm. de Margerie**.

On sait que notre illustre et si regretté Confrère, le Prince Albert de Monaco, avait pris l'initiative, il y a une trentaine d'années, de faire établir une Carte générale du globe terrestre résumant l'état des connaissances alors acquises sur la répartition des profondeurs marines. Les détails de ce projet, étudiés avec beaucoup de soin par M. J. Thoulet, furent bientôt approuvés par une Commission spéciale, dite de Nomenclature Sub-océanique, puis par le Congrès International de Géographie, siégeant à Washington. Et les 24 feuilles prévues pour l'ensemble de la Carte, exécutées, sous la direction de l'enseigne de vaisseau Ch. Sauerwein, par M. Tollemer, qu'assistaient de nombreux dessinateurs, parurent en 1903 et 1904.

Une œuvre de cette envergure ne pouvait évidemment être réalisée dans des conditions d'une pareille rapidité avec toutes les garanties d'exactitude

(1) J'ai indiqué pourquoi il n'est pas possible de considérer les tectites comme de fabrication humaine.

(2) A. Lacroix, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 895.

(3) Le Breton, *Comptes rendus*, **192**, 1930, p. 806.

désirables; aussi, bien qu'en proclamant très haut ses mérites et en reconnaissant les services qu'elle semblait destinée à rendre aux géographes, la presse se montra-t-elle plutôt sévère à son endroit : on ne ménagea pas, en particulier, les critiques qui s'adressaient à la nomenclature des principaux accidents du sol sous-marin, qu'une traduction très défectueuse des termes proposés en allemand par le professeur Alex. Supan avait rendue presque inintelligible (¹).

Avec la vigueur et l'esprit hautement libéral qui le caractérisaient, le Prince, faisant appel au concours de toutes les bonnes volontés, se mit aussitôt en devoir de reprendre ce grand travail et de procéder à l'établissement d'une nouvelle édition, confiée cette fois à M. Henri Bourée, lieutenant de vaisseau, pour le fond, et à M. J. Morelli pour le dessin, la projection, l'échelle et les coupures restant les mêmes que dans la première édition, mais les tracés étant entièrement repris, d'après un grand nombre de cartes originales, d'échelle et de provenances très diverses, et les sondes se trouvant naturellement mises à jour, en profitant des chiffres communiqués par toutes les marines du monde.

Commencée en 1912, cette deuxième Carte, après une longue interruption coïncidant avec la Guerre et les années qui l'ont suivie, vient d'être terminée (²), grâce à la publication de trois feuilles, en projection conique, qui s'appuient chacune au pôle Nord, comme origine. Ces trois feuilles (C I, C II, C IV), dont j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un assemblage, complété par l'adjonction d'une quatrième feuille (C III), imprimée dès 1923, représentent toute la partie de l'hémisphère boréal située au Nord du 72ᵉ parallèle; elles diffèrent beaucoup par leur contenu, et même par leur simple apparence extérieure, de leurs homologues de la première édition. Ayant moi-même été appelé par le Prince à compléter la documentation que fournirait sa Carte, en y introduisant la figuration du relief des continents et des îles, représenté comme les fonds marins par des courbes de

(¹) EMM. DE MARGERIE, *Annales de Géogr.*, **14**, 1905, p. 385-398.

(²) En voici le titre complet : *Carte Générale Bathymétrique des Océans*, dressée par ordre du Prince ALBERT Iᵉʳ DE MONACO, d'après le Mémoire de M. le professeur THOULET adopté par la Commission de Nomenclature Sub-océanique et par le Congrès International de Géographie de Washington (8 septembre 1904). Deuxième édition (1912-1930) sous la direction de M. HENRI BOURÉE. Lieutenant de vaisseau, de M. le professeur EMM. DE MARGERIE (Hypsométrie) et de M. le professeur G. SCHOTT (Bathymétrie), par M. J. MORELLI. Échelle à l'Équateur 1 : 10000000 (En vente au Musée Océanographique de Monaco).

niveau et des teintes graduées, je voudrais indiquer brièvement les traits essentiels qui se dégagent de l'examen de ce panneau, et en même temps mettre en évidence quelques-unes des améliorations qui font de la *Carte générale bathymétrique des Océans*, sous sa forme présente, l'image la plus complète et la plus fidèle que l'on possède actuellement de l'ensemble de la surface terrestre.

La nomenclature du sol émergé, presque totalement absente dans la première édition, est devenue fort riche dans la seconde : ainsi, sur la fouille C I (Nord du Groenland) on ne compte pas moins de 160 accidents géographiques (îles, caps, sommets, etc.), pourvus chacun d'une désignation particulière; la feuille C II (Archipel canadien) contient, de même, une centaine de noms et C IV (Spitsberg, Terre François-Joseph, etc.) en offre à peu près autant.

Le dessin des côtes a été rectifié, ou plutôt complètement remanié, afin de tenir compte des résultats des plus récentes explorations : sur C I, par exemple, au nord de 77°, la côte nord-orientale du Groenland apparaît, dans la Terre de la Reine Louise, du Duc d'Orléans, du Roi Frédéric VII, du Prince Christian, etc., sous un aspect entièrement nouveau. Il en va de même, plus au Nord, à partir du Fjord du Danemark et de l'Indépendance Sound, dans la Terre de Peary, qui devient une péninsule, au lieu d'être complètement détachée du massif principal, comme le figurait la première édition, et dans le front qui, jusqu'à l'entrée des détroits venant de la Baie de Baffin, fait face à la Mer Polaire : le périple des côtes groenlandaises — et ce n'est pas là l'un des moindres résultats obtenus dans ces dernières années par les explorateurs danois — se trouve ainsi désormais complète [1]. Sur C II, on a également fait état des découvertes de Stefansson, qui ont quelque peu étendu, au Nord-Ouest, le domaine des Terres dépendant du Canada (îles Brock, Borden, Lougheed, etc.).

Quant à la bathymétrie, qui, — il ne faut pas l'oublier, — constituait, à l'origine, l'objectif principal de la Carte, elle a bénéficié, dans le présent tirage, à la fois d'un certain nombre de sondages nouveaux et d'un mode de représentation plus synoptique. D'une manière générale, on peut dire que les vues exprimées par Nansen, il y a une trentaine d'années, à la suite du voyage du *Fram*, sur l'unité et la grande extension du bassin polaire [2], se sont trouvées pleinement confirmées.

On remarque tout d'abord que l'axe de symétrie de la cuvette terminale de l'Atlantique nord (Mer du Groenland ou *Skandik* de G. de Geer) coïncide avec le méri-

---

[1] On peut voir en ce moment même, à l'Exposition Coloniale de Vincennes, dans le pavillon du Danemark, une grande carte du Groenland, en partie manuscrite, où la part qui revient dans le levé des côtes à chacun de ces géographes est exprimée par des liserés de couleur différente.

[2] FRIDTJOF NANSEN, *The Norwegian North Polar Expedition* 1893-1896. *Scientific Results*, 4 Christiania, 1904 (voir en particulier la planche I). Nansen, à la fin de sa vie, a lui-même repris l'exposé de ces idées dans l'Introduction au volume publié par *l'American Geographical Society* sous le titre de *Problems of Polar Research*. In 8°, New-York, 1928 (p. 3-14 et pl. I).

dien O° (Gr.) et sépare le Groenland, d'une part, du plateau continental couronné par le Spitsberg, qui représente le prolongement à peine submergé de l'Europe, de l'autre. Les deux bords opposés de ces saillies, placés de chaque côté à des distances à peu près égales (15° W. et 15° E.), divergent ensuite vers le Sud.

A partir de 80°-81° lat. N. à l'Est et de 83°-84° à l'Ouest, les limites respectives de ces deux blocs saillants tournent, *grosso modo*, à angle droit, de 10° à 120° long. E. d'une part, jusqu'en face du delta de la Léna, en laissant au Sud l'archipel François-Joseph et la Terre Nicolas II; de 150 à 125° long. W. de l'autre, de la Terre de Peary à la Terre de Banks et à la Mer de Beaufort, en bordure de l'Archipel canadien, dont les éléments constitutifs, séparés par de larges chenaux, font songer aux pièces disjointes d'un *puzzle*.

Dans le secteur sibérien, sur près de 85 degrés en longitude, de 120° E à 155° W., un nouvel alignement, entièrement immergé cette fois, jalonne le talus raccordant les grands fonds au socle qui sert de support au Continent asiatique.

Ainsi se trouve défini un immense bassin triangulaire, dans l'un des angles duquel est situé le pôle Nord, en prolongement du sillon de l'Atlantique, tandis qu'il s'ouvre largement à l'opposite, face à l'Alaska et au détroit de Behring, entre l'Archipel canadien et les îles de la Nouvelle-Sibérie. Par rapport à l'axe de symétrie dont il a été question plus haut, celui de cette cavité majeure s'incline sensiblement à gauche, et coïncide à peu près avec le méridien 150° W. Le plus remarquable des sondages en eau profonde utilisé pour le dessin des isobathes qui circonscrivent cette énorme dépression est dû à l'aviateur britannique Sir Hubert Wilkins, qui a noté 5440^{m} sous le 175e méridien W., vers 78° de latitude, au Nord de l'île Wrangel, à peu près à égale distance entre le détroit de Behring et le pôle.

Le coloriage de la plus grande partie du bassin arctique — on n'a, en effet, laissé en blanc qu'un triangle d'une faible étendue, dans le voisinage immédiat du pôle, — ne doit toutefois pas faire illusion sur le caractère précaire des données qui ont servi à construire ces courbes; les rédacteurs de la Carte l'ont d'ailleurs senti, car, sur la feuille C II, ils se sont abstenus, sauf en bordure des côtes, de limiter les teintes par des traits : c'est dire que, dans leur esprit, cette figuration est purement provisoire, et qu'il ne convient pas de lui attribuer une rigueur à laquelle, pour le moment, elle ne saurait prétendre [1]. Cette sage mesure n'a malheureusement pas été appliquée sur les feuilles C I et C IV, où des lignes de traits et de points noirs séparent, sans lacunes, les zones successives d'égale profondeur.

L'hypsométrie des parties continentales donnerait lieu à des réserves analogues, qui, sur ces trois feuilles, n'affecteraient d'ailleurs qu'une superficie très restreinte, à l'exception de C I, dont le champ comprend, au centre, tout le Nord du Groenland, et à l'Ouest, le complexe des Terres de Grant, de Grinnell et de Ellesmerre, avec les

---

(1) L'*American Geographical Society* a publié, en 1929, une Carte des régions arctiques sur laquelle une teinte bleue fait ressortir au premier coup d'œil la faible étendue des parties reconnues, soit par terre ou par eau, soit en avion ou en dirigeable. Si la simple planimétrie se montre encore à ce point déficiente, il va de soi que la bathymétrie doit l'être bien davantage.

grandes îles, de forme carrée, qui prolongent cet ensemble vers le Sud. Ici, nous avons utilisé les travaux si remarquables du Dr Lauge Koch, qui ont mis pour la première fois en évidence le rôle d'une puissante chaîne de montagnes, commençant dans la Terre de Peary et se poursuivant au moins jusqu'au Bassin de Hall, après avoir été tronçonnée en plusieurs fragments par les grands fjords Victoria, Sherard Orborne, Nordenskjöld, etc. Cette zone plissée — et c'est là encore une des découvertes capitales de L. Koch, — a une signification tectonique très nette : c'est le prolongement de la *Chaîne Calédonienne*, qui, par le Spitsberg, vient de l'Écosse et de la Norvège; le pont sous-marin, qui, de l'Ile des Danois, se dirige vers le cap Nord-Est, et où les fonds ne paraissant s'abaisser nulle part au-dessous de 1000m, jalonnerait encore dans la bathymétrie actuelle cette ancienne jonction.

C'est également en prenant pour base les belles cartes du Dr Koch que nous avons figuré l'*Inlandsis* qui recouvre la plus grande partie du Groenland : des courbes de niveau en bleu, tracées à l'équidistance de 500m, permettent d'ores et déjà de se faire une idée suffisamment claire des formes générales de cette énorme calotte : sur ses bords, en particulier à l'Ouest, où l'isohypse 1000 suit de très près le rivage, puis au Nord, où cette ligne est accidentée de nombreux festons, la surface de la glace s'élève rapidement; après quoi les mouvements sont plus larges et les pentes beaucoup moins accusées, pour aboutir, entre 40° et 46° long. W. et 73° et 76° lat. N. environ, à une bosse suprême, allongée en ovale, dont l'altitude est supérieure à 1000m et dépasse même 3500m sur quelques poiuts (1).

Quant aux glaciers proprement dits qui se détachent de l'*Inlandsis* pour aboutir, après un parcours plus au moins long, au fond des vallées ou à la côte, c'est surtout au Nord-Ouest et au Nord, face aux détroits et à la Mer Polaire, qu'ils présentent un beau développement; et c'est même là que se rencontrent les courants de glace les plus longs (glaciers de Petermann et de Ryder, l'un et l'autre dépassant 200km) et le plus large (glacier de Humboldt, 100km environ) que l'on connaisse, à l'heure actuelle, dans toute l'étendue du globe.

La deuxième édition de la *Carte générale bathymétrique des Océans*, je tiens à le dire en terminant cette brève notice, n'a pu être menée à bien que grâce à l'activité vigilante de notre confrère, M. J. Richard, chargé d'assurer l'achèvement des publications entreprises sur l'ordre du Prince Albert. Mais le propre des œuvres de ce genre est de vieillir vite et de se trouver bientôt dépassées. Aussi doit-on s'applaudir de l'entente survenue tout récemment entre le Directeur du Musée Océanographique et le Président du Bureau Hydrographique International, dont le siège est également à Monaco : aux termes de cet accord, le Bureau International se chargera désormais de tenir à jour la Carte bathymétrique des Océans ; on peut être

---

(1) C'est dans cette *Eismitte* que s'était installé, l'automne dernier, pour y passer l'hiver, le géophysicien Wegener, dont les journaux ont fait récemment connaître le sort tragique.

assuré que, sous d'aussi favorables auspices, et grâce à l'emploi de plus en plus général des méthodes de sondage par le son, la connaissance de la morphologie sous-marine, franchissant une nouvelle étape, réalisera de rapides progrès.

M. **Léon Guillet** fait hommage à l'Académie du volume sur *la Fonte* que viennent d'écrire MM. Collet et Dibos. Cet Ouvrage appartient à l'*Encyclopédie minière et métallurgique* que dirige M. Guillet; il est accompagné d'un aperçu sur la *Métallographie des fontes* par M. A. Portevin.

M. **Albert Heim** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé *Géologie des Rheinfalls*.

NOMINATIONS.

M. **L. Blaringhem** est désigné pour faire une lecture dans la séance publique des cinq Académies le 24 octobre 1931.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Observatoires astronomiques et les astronomes, par P. Stroobant, J. Delvosal, E. Delporte, F. Moreau et H. L. Vanderlinden.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de plusieurs variables linéairement dépendantes.* Note de M. **Paul Montel**.

1. On dit que m fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_m$ sont linéairement dépendantes lorsqu'elles vérifient au moins une identité de la forme

$$\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \ldots + \lambda_m f_m = 0,$$

dans laquelle les λ_i désignent des constantes non toutes nulles.

Lorsque les f_i sont des fonctions d'une variable x, la condition nécessaire et suffisante pour qu'elles soient dépendantes s'exprime en égalant à zéro le déterminant de Wronski D, que nous écrirons avec la notation suivante :

$$D = \left| f \quad \frac{df}{dx} \quad \frac{d^2 f}{dx^2} \quad \cdots \quad \frac{d^{m-1} f}{dx^{m-1}} \right|_m.$$

On voit facilement que la condition demeure la même lorsque les fonctions f_i sont des solutions d'une équation aux dérivées partielles à deux variables, linéaire et du premier ordre, de la forme

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \alpha \frac{\partial f}{\partial x} + \beta f,$$

α et β désignant des fonctions de x, y. Le cas d'une seule variable correspond à l'hypothèse que α et β sont nuls.

2. Considérons m fonctions f_i des deux variables x, y, solutions d'une même équation (E) aux dérivées partielles, linéaire et du second ordre. On peut démontrer la proposition suivante :

Pour que m solutions f_i d'une équation (E) *du type elliptique soient linéairement dépendantes, il faut et il suffit que l'ordre du tableau*

$$T = \left\| f \quad \frac{\partial f}{\partial x} \quad \frac{\partial f}{\partial y} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x \, \partial y} \quad \cdots \quad \frac{\partial^n f}{\partial x^n} \quad \frac{\partial^n f}{\partial x^{n-1} \partial y} \right\|_m$$

soit inférieur à m lorsque $m = 2n$ *ou* $m = 2n + 1$.

Ce résultat peut s'exprimer autrement. Prenons par exemple $m = 5$; on voit que deux équations aux dérivées partielles, linéaire et du second ordre, dont l'une est du type elliptique, admettent au plus quatre solutions linéairement indépendantes lorsque leurs caractéristiques sont distinctes. Ce problème peut être traité directement, et c'est la solution que M. Goursat a bien voulu m'en donner qui m'a conduit au théorème général.

3. Voici quelques applications de ce théorème. Supposons que les fonctions f_i soient harmoniques ; on est est alors conduit à la proposition suivante :

Soient f_1, f_2, f_3, f_4, quatre fonctions harmoniques des variables u, v, ne vérifiant aucune identité, à coefficients constants, de la forme

$$\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3 + \lambda_4 f_4 + \lambda = 0.$$

Remplaçons u et v par des fonctions de x, y : si les fonctions obtenues sont harmoniques en x, y, l'une des fonctions $u \pm iv$ est analytique, et réciproquement.

Si l'on prend $f_3 = u$, $f_4 = v$ on voit que : *pour que deux fonctions* u, v, *harmoniques en* x, y, *transforment en fonctions harmoniques en* x, y, *deux fonctions* f_1 *et* f_2, *harmoniques en* u, v *et ne vérifiant aucune identité à coefficients constants de la forme*

$$\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 = au + bv + c,$$

il faut et il suffit que l'une des fonctions $u \pm iv$ *soit analytique.*

4. Supposons que l'équation (E) soit du type hyperbolique. On obtient dans ce cas le résultat suivant :

Pour que m *solutions* f_i *d'une équation* (E) *du type hyperbolique soient linéairement dépendantes, il faut et il suffit que l'ordre du tableau*

$$T_1 = \left\| f \quad \frac{\partial f}{\partial x} \quad \frac{\partial f}{\partial y} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad \cdots \quad \frac{\partial^n f}{\partial x^n} \quad \frac{\partial^n f}{\partial y^n} \right\|_m$$

soit inférieur à m *lorsque* $m = 2n$ *ou* $m = 2n + 1$ *sauf peut-être dans le cas où l'une des suites de Laplace relatives à l'équation* (E) *se termine au bout de* $n - 1$ *opérations au plus.*

Si l'équation (E) est du type parabolique, on obtient le même résultat, avec le tableau T écrit plus haut, sauf un cas d'exception possible, lorsque l'équation ne contient que des dérivées relatives à la même variable.

5. Darboux a introduit des déterminants doubles de Wronski, relatifs à des couples de systèmes de m fonctions f_i de la variable x et de m fonction g_i de la variable x'. On obtient pour ces déterminants des extensions semblables à celles qui ont été données pour les déterminants simples, en supposant que les fonctions f_i dépendent des variables x, y et vérifient une équation (E) et que les fonctions g_i dépendent des variables x', y' et vérifient une équation (E') distincte ou non de la première.

On en déduit des conséquences analogues à celles du paragraphe 3 pour les fonctions associées de quatre variables, x, y, z, t, harmoniques en x, y et en z, t.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles observations sur le système orthogonal de polynomes d'Hermite* (¹). Note (²) de M. **E. Kogbetliantz**, présentée par M. Émile Borel.

1. Le polynome d'Hermite $H_n(x)$, défini par

$$H_n(u) = e^{u^2}(e^{-u^2})^{(n)},$$

(¹) Voir la Note des *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 662.
(²) Séance du 22 juin 1931.

vérifie pour $|u|\sqrt{2} \geqq \sqrt{n}$ l'inégalité suivante :

$$(1) \qquad |H_n(u)| \leqq \sqrt{2^{3n}}\,|u|^n \qquad (|u|\sqrt{2} \geqq \sqrt{n}).$$

Cette inégalité se révèle comme très importante dans l'étude de convergence et de sommabilité du développement de $f(x)$ en série de polynomes d'Hermite

$$(2) \qquad f(x) \sim \sum_0^\infty c_n H_n(x), \qquad 2^n n!\, c_n \sqrt{\pi} = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-u^2} f(u)\, H_n(u)\, du.$$

Grâce à (1), toutes les difficultés relatives aux régions à l'infini,

$$(-\infty, -2\sqrt{2n}) \quad \text{et} \quad (2\sqrt{2n}, \infty),$$

de l'intervalle $(-\infty, \infty)$, se trouvent écartées. Quant à l'intervalle $(-2\sqrt{2n}, 2\sqrt{2n})$, la formule approchée pour la moyenne d'ordre δ, S_n^δ, de la série-noyau du développement (2) établie par nous ([1]) permet de démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Pour toute valeur finie x_0 de x, le développement* (2) *est sommable* (C, δ), $\delta > 0$, *avec la somme* $\frac{1}{2}[f(x_0 - 0) + f(x_0 + 0)]$, *pourvu que $f(x)$, intégrable* (L) *dans tout intervalle fini, vérifie pour $|x| \to \infty$ la condition d'intégrabilité du produit*

$$|x|^{-(2\delta+1)} e^{-\frac{x^2}{2}} |f(x)|$$

dans les intervalles $(-\infty, -a)$ et (a, ∞), a étant aussi grand qu'on veut mais fini. De même, l'intégrabilité du produit $|x|^{-1} e^{-\frac{x^2}{2}} |f(x)|$ assure la convergence de (2), *les conditions usuelles* [$f(x)$ *à variation bornée autour de* x_0 *par exemple*] *relatives à l'allure de $f(x)$ autour de x_0 étant supposées remplies.*

La meilleure condition suffisante de convergence relative à l'allure de $f(x)$ à l'infini connue ([2]) était l'intégrabilité du produit $e^{-\frac{x^2}{2}}|f(x)|$. La loi de l'influence de l'allure de $f(x)$ à l'infini sur la série (2) peut être formulée ainsi : *Si* $f(x) = O\left(|x|^{2\alpha} e^{\frac{x^2}{2}}\right)$ *pour* $|x| \to \infty$, *sa série* (2) *peut ne pas être sommable* (C, δ) *pour* $\delta < \alpha$, *mais l'est partout pour* $\delta > \alpha$ $(\alpha \geqq 0)$. La non-sommabilité $(C, \delta < \alpha)$ est prouvée par l'exemple de la fonction

$$f_\alpha(x) = |x|^{2\alpha} e^{\frac{x^2}{2}} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^2} \sin\left[x\sqrt{2^{m+1}} - \alpha\pi\right],$$

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Cramer, *Congrès de mathém. scandinaves à Stockholm*, 1925, p. 407.

la série (2) de $f_\alpha(x)$ n'étant pas sommable au point $x=0$. Ainsi, même pour les fonctions $f(x)$ *continues dans tout intervalle fini*, leur développement (2) peut diverger (C, δ) aux points de continuité *quelque grand que soit* δ.

2. Le phénomène de Gibbs a lieu pour les sommes partielles ordinaires de (2) et il est identique au même phénomène dans le système trigonométrique. Pour $f(x) = \operatorname{sign} x$, par exemple, on trouve, en désignant par $S_n(x)$ les sommes partielles de sa série (2) :

$$\lim_{n=\infty} S_n\left(\frac{\pi}{\sqrt{2n}}\right) = \frac{2}{\pi}\int_0^\pi \frac{\sin u}{u}\,du.$$

Mais, tandis que dans tous les systèmes orthogonaux étudiés jusqu'à présent les moyennes arithmétiques de sommes partielles n'accusent pas de phénomènes de Gibbs dès que leur ordre δ est suffisamment élevé, ce phénomène ne disparaît jamais pour les moyennes de la série (2) quelque grand que soit leur ordre δ. Pour $f(x) = \operatorname{sign} x$, par exemple, la longueur $l(\delta)$ du segment de Gibbs est donnée par

$$l(\delta) = \lim_{u=\infty} S_n^{(\delta)}\left[\frac{\pi(2+\delta)}{2\sqrt{2n}}\right] - 1 = \frac{2^{\delta+1}\Gamma(\delta+1)}{\pi}\int_0^\infty \frac{\sin u\,du}{\left[\pi\left(1+\frac{\delta}{2}\right)+u\right]^{\delta+1}}.$$

On voit que $l(\delta) > 0$ quelque grand que soit δ, mais $l(\delta)$ tend rapidement vers zéro quand δ croît et pour $\delta = 10$, par exemple, $l(10) = 0,000016\ldots$

On constate que les inégalités $m \leqq f(x) \leqq M$ n'entraînent pas en général celles $m \leqq f_n^{(\delta)}(x) \leqq M$, où $f_n^{(\delta)}(x)$ désignent les moyennes d'ordre δ de la série (2), car ces dernières ne sont pas exactes, si $f(x)$ possède des points de discontinuité de première espèce, et cela quelque grand que soit δ. Cette particularité de polynomes d'Hermite est due au fait que les moyennes de la série-noyau de (2) changent leur signe un nombre infini de fois quand $n \to \infty$, quelque grand que soit leur ordre δ. En effet, leur partie principale pour $n \to \infty$ est exprimée dans l'intervalle $|x-u|\sqrt{2} \leqq \sqrt{n}$ par

$$S_n^{(\delta)}(x,u) \sim \frac{\Gamma(\delta+1)}{\pi} e^{\frac{x^2+u^2}{2}} \left(\frac{n}{2}\right)^{-\frac{\delta}{2}} \frac{\sin\left(|x-u|\sqrt{2n} - \frac{\delta\pi}{2}\right)}{|x-u|^{\delta+1}}.$$

L'inégalité

$$S_n^{\delta}(x,u) = O\left\{e^{\frac{u^2}{2}}|x-u|^{2\delta+1}\right\},$$

qu'on en déduit pour $|x-u|\sqrt{2} \leqq \sqrt{n}$, joue un rôle important dans la démonstration du théorème énoncé dans le paragraphe 1.

MÉCANIQUE. — *Les systèmes complètement stables au voisinage d'un point d'équilibre*. Note de M. **Lucien Féraud**, présentée par M. Élie Cartan.

Soit

$$\text{(S)} \qquad \frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, \ldots, x_{2s}) \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2s)$$

admettant l'origine pour point d'équilibre : $(X_i)^0 = 0$. Dans le voisinage de ce point, où les X_i sont des fonctions réelles et analytiques, l'étude des trajectoires de (S) peut être divisée en deux parties. La première, relative aux transformations à faire subir au système et aux différentes manières de l'écrire qui en résultent, peut être considérée comme entièrement résolue en supposant (S) complètement stable et ramené à sa forme normale [1]

$$\text{(N)} \qquad \frac{d\xi_j}{dt} = -\xi_j M_j, \qquad \frac{d\eta_j}{dt} = \eta_j M_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, s),$$

où les M_j sont des séries purement imaginaires à coefficients constants par rapport aux produits $\pi_j = \xi_j \eta_j$.

Il reste alors la deuxième partie, l'étude des conditions de convergence pour les développements obtenus. La solution totale des questions ainsi posées donnerait celle du problème final de la stabilité et l'on ne peut guère espérer l'obtenir. Toutefois il est fort intéressant d'approcher ce problème de différents côtés, et c'est ce qui a été fait dans de nombreux travaux [2]. C'est à ce genre d'études qu'appartiennent les résultats que je vais maintenant résumer.

---

(1) Cf. G. D. Birkhoff, *American Journal of Mathematics*, 49, 1, 1927, p. 1, et *Dynamical Systems, American Mathematical Society Colloquium Publications*, 9, New-York, 1927.

Notons pour mémoire que les systèmes ordinairement employés en dynamique : Hamiltoniens, Pfaffiens, sont complètement stables dès que la première condition, celle de la stabilité linéaire, est remplie.

(2) Parmi lesquels nous citerons les quatre Mémoires de Poincaré, du *Journal de Liouville* : 3e série, 7, 1881, p. 375; 3e série, 8, 1882, p. 251; 4e série, 1, 1885, p. 167; 4e série, 2, 1886, p. 151; Bendixon, *Acta mathematica*, 24, 1901, p. 1; T. Levi-Civitá, *Annali di Matematica*, série III, 5-6, 1901, p. 221 à 305; A. R. Cigala, *Annali di Matematica*, série IIIa, 11, 1905, p. 67; Dulac, *Bulletin de la Société mathématique*, 40, 1912, p. 324; G. D. Birkhoff et Bamforth, *Transactions of the American Mathematical Society*, 32, 1, p. 114-146.

Alors que la convergence des s intégrales π_j est une condition nécessaire et suffisante (¹) de stabilité permanente, celle de k seulement ($k < s$) de ces séries permet de réduire l'ordre du système de $2k$ unités. En comparant cette conclusion avec le théorème de Liouville-Lie (²) apparaît une analogie nouvelle entre les systèmes complètement stables et les systèmes canoniques.

Dans l'hypothèse de stabilité permanente pour le cas $s = 1$, toutes les trajectoires sont périodiques — le point O est un *centre* — La méthode de M. Birkhoff par la réduction à la forme normale donne donc, par une voie différente de celle de Poincaré, les conditions pour qu'un point d'équilibre soit un centre (pour la comparaison des deux méthodes, se reporter au *Journal de Liouville*, 1885, Chap. XI, ou à l'exposé du *Traité d'Analyse* de M. Picard, 3, Chap. IX). Pour $s > 1$, en prenant comme conditions initiales (par exemple)

$$\xi_2 = \xi_3 = \ldots = \xi_s = 0; \qquad \eta_2 = \eta_3 = \ldots = \eta_s = 0,$$

on définit une « surface invariante de périodicité », sur laquelle toutes les trajectoires seront encore périodiques : le point O jouera le rôle d'un centre sur chacune de ces surfaces.

En abandonnant le cas de la stabilité permanente, on suppose maintenant que les séries f, g, du changement de variables

$$\text{(F)} \qquad p_j = \xi_j + f_j(\xi \mid \eta), \qquad q_j = \eta_j + g_j(\xi \mid \eta),$$

sont convergentes seulement en vertu de $k < s$ relations réelles entre les π que l'on pourra ramener, à l'aide d'une des transformations (T) qui conservent la forme (N), à

$$\pi_1 = \pi_2 = \ldots = \pi_k = 0.$$

On définit ainsi une variété à $2(s - k)$ dimensions qui possède la double propriété suivante : toute trajectoire qui a un point sur une telle variété y est contenue tout entière et elle ne quitte jamais ($-\infty < t < +\infty$) le voisinage considéré. Ces « variétés invariantes stables » se présentent encore si les produits $\pi(x)$ convergent lorsque k relations invariantes réelles sont satisfaites par les x. Dans les cas ainsi définis, que l'on peut regarder

---

(¹) Cf. G. D. Birkhoff, *loc. cit.*, p. 38.

(²) La connaissance de m intégrales indépendantes, en involution, permet d'abaisser de $2m$ unités le rang d'un système canonique. Cf. par exemple T. Levi-Civitá et Amaldi, *Lezioni di Meccanica Razionale*, Zanichelli, Bologna, vol. 2, Parte 2, n° 44, Chap. X.

comme correspondant à une stabilité permanente *relative*, les variétés invariantes stables déterminent des régions telles que toute trajectoire qui n'est pas sur une de ces variétés reste à l'intérieur d'une seule région — au moins tant qu'elle ne quitte pas le voisinage du point O. Toute variété invariante stable contient au moins une surface invariante de périodicité; elle coïncide avec celle-ci dans le cas où elle n'a que deux dimensions.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'évolution du sillage derrière un obstacle pour de petites valeurs du nombre de Reynolds.* Note de M. **H. Guillemet.**

Je me propose de résumer dans cette Note quelques-uns des résultats que j'ai obtenus en étudiant le sillage derrière un obstacle en mouvement uniforme ou varié; ces résultats sont le début d'une étude qui a pour but d'examiner les circonstances cinématiques et dynamiques du mouvement non uniforme d'un solide dans un fluide.

L'obstacle est un cylindre de diamètre $d = 2^{cm}$ ou une plaque de largeur $a = 2^{cm}$. Il est porté par un chariot se déplaçant horizontalement, sur lequel est également fixé l'appareil photographique. Le modèle vertical plonge dans une couche fluide de 2 à 5^{cm} d'épaisseur (huile de coefficient de viscosité cinématique compris entre 1 et 2 C. G. S.).

I. *Mouvement uniforme.* — le nombre de Reynolds R variant de 2 à 60 on se trouve dans le régime des tourbillons attachés.

J'obtiens les trajectoires des molécules fluides par rapport à l'obstacle par le procédé connu des paillettes d'aluminium déposées en surface; sur chaque plaque photographique, j'ai mesuré les coordonnées par rapport à l'obstacle des centres des tourbillons attachés ainsi que la distance l du point de vitesse nulle où se referme le sillage. L'ensemble des résultats est très cohérent.

a. A nombre de Reynolds égal, l est toujours beaucoup plus grand pour le plan que pour le cylindre.

	Cylindre : $\frac{l}{d}$ =	Plan : $\frac{l}{a}$ =
R = 16	0,325	1,25
R = 28	0,75	1,65
R = 43	1,35	2,25

b. La courbe lieu des centres de tourbillons est analogue pour le plan ou le cylindre. Elle est constituée par deux branches symétriques par rapport à l'axe du phénomène,

partant du point arrière de l'obstacle et ayant une asymptote parallèle à l'axe de symétrie, à une distance de celui-ci d'autant plus faible que le canal est plus étroit.

L'angle α de la tangente à l'origine de la courbe avec l'axe de symétrie est inférieur à 45°.

1° *Canal de* 10cm :	plan............................	$\operatorname{tang}\alpha = 0,75$
»	cylindre (1).....................	$\operatorname{tang}\alpha = 0,70$
2° *Canal de* 8cm :	cylindre (1).....................	$\operatorname{tang}\alpha = 0,85$

II. *Évolution du sillage du cylindre en mouvement varié : A. Étude des trajectoires.* — L'aspect du sillage en mouvement non uniforme ne dépend



pas seulement de la vitesse, mais encore très nettement de l'histoire antérieure du mouvement.

Un des mouvements présente par exemple, l'allure suivante : dans la période de mise en marche l'accélération est constante et égale à 4 C. G. S.;

(1) Dans le cas des fluides parfaits, en milieu infini, M. H. Villat trouve $\alpha = 45°$. *Leçons sur la théorie des tourbillons*, Paris, 1930, p. 162.

puis, par suppression de la force motrice, on entre dans la période de freinage et le mouvement devient très voisin d'un mouvement retardé d'accélération constante égale à — 7 C. G. S. Aux deux abscisses 50^{cm} et 150^{cm} (comptées à partir de l'origine du mouvement), la vitesse reprend la même valeur égale à 20 cm/sec, mais l'accélération est positive pour le premier point et négative pour le deuxième. Les sillages observés sont nettement différents et la distance du point de vitesse nulle à l'obstacle, qui est de 17^{mm} dans le premier cas, devient 28^{mm} dans le second.

B. *Étude du fluide entraîné.* — J'ai étudié ensuite le mouvement accéléré à un autre point de vue : celui de la formation du volume tourbillonnaire à l'arrière de l'obstacle. Aux faibles vitesses, il existe une eau morte ayant la forme d'un triangle curviligne. J'identifie le fluide de cette eau morte au moyen de poudre d'aluminium. La vitesse croissant, un double mouvement de rotation s'amorce bientôt dans le fluide entraîné. On constate alors que le sillage se nourrit par l'arrière et que chaque tourbillon est formé par une lame fluide qui s'enroule sur elle-même, ce qui est mis en évidence par la poudre d'aluminium comme le montre la photo ci-contre. Puis le sillage s'allonge et, au voisinage de $R = 50$, se met à osciller. On obtient alors des images analogues à celles de M. Camichel [1].

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'extension de la méthode de Hele Shaw aux mouvements cycliques.* Note de Mme **V. Popovitch-Schneider.**

La méthode de Hele Shaw [2] des filets colorés entre deux glaces parallèles donne de belles figurations de mouvement dérivant de potentiels uniformes. Elle ne saurait être appliquée, telle quelle, aux mouvements avec circulation, par exemple à ceux qui jouent un rôle important en Aérodynamique, dans la théorie des ailes portantes.

M. D. Riabouchinsky [3] a exposé récemment une théorie permettant de combler cette lacune.

Chez Stokes, dans son interprétation des expériences de Hele Shaw, la

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 1927, **185**, p. 1556.

(2) *Trans. Inst. Nav. Arch.*, **40**, 1898, p. 21.

(3) *Comptes rendus, du Ve Congrès de la Navigation Aérienne*, Section B, p. 509, La Haye, 1930; Conférence faite à l'Institut de Mécanique des Fluides de l'Université de Paris (non encore publiée).

pression joue le rôle de potentiel de vitesse. Il en résulte que, pour obtenir un mouvement cyclique, il faudrait que la pression, mais non les vitesses, subisse un saut brusque le long d'une coupure L rendant l'espace occupé par le fluide simplement connexe. On peut en quelque sorte matérialiser une pareille barrière en diminuant le passage libre entre les deux glaces, soit directement, soit en introduisant une lamelle de forme appropriée.

Dans cette méthode le saut de pression et par conséquent la circulation, sont déterminés par un travail résistant. Dans les cas où ce saut de pression doit correspondre, tout le long ou sur une partie de la barrière, à un travail moteur, cette méthode cesse d'être applicable, du moins directement. On ne saurait donc reproduire ainsi des figurations sans points critiques de vitesse nulle à la paroi.

Pour le calcul des barrières il est préférable que la ligne médiane (la coupure), tracée sur la barrière, se confonde avec une ligne de niveau du mouvement considéré. En nommant u la vitesse le long de cette ligne, ε la largeur de la barrière, C la circulation, $2h$ la distance entre les glaces fixes et $2l$ la largeur du passage libre à travers la barrière, on a la relation

$$\frac{C}{u} = \varepsilon\left[4\left(\frac{h}{l}\right)^3 - 1\right]. \tag{1}$$

Cette formule correspond au cas où l'on utilise une lamelle équidistante des deux glaces. Si l'on ne laisse qu'un seul passage étroit, pratiqué au milieu de la barrière, le coefficient 4 dans la formule (1) doit être remplacé par l'unité. En première approximation, l'unité figurant entre les crochets peut être omise, le rapport $\frac{h}{l}$ étant toujours plus grand que l'unité.

On suppose dans la formule (1) que, en tous les points de L la longueur ε de la barrière est suffisamment petite pour que les termes du développement de u en ε, non nuls identiquement, puissent être négligés sauf le premier. Il faut tenir compte de cette restriction dans les applications de la formule (1).

J'ai calculé la forme des barrières correspondant au cas d'un cercle en choisissant la circulation de façon à obtenir un déplacement α des points de vitesse nulle égale à 20°, 30°, 45°; au cas d'un arc de cercle dont la corde est parallèle ou forme un angle de 10° avec la direction du courant; enfin au cas d'un profil d'aile sustentatrice. Les photographies correspondant à cette dernière et au cas d'un cylindre de révolution ($\alpha = 30°$) sont reproduites dans cette Note. A titre de comparaison, les

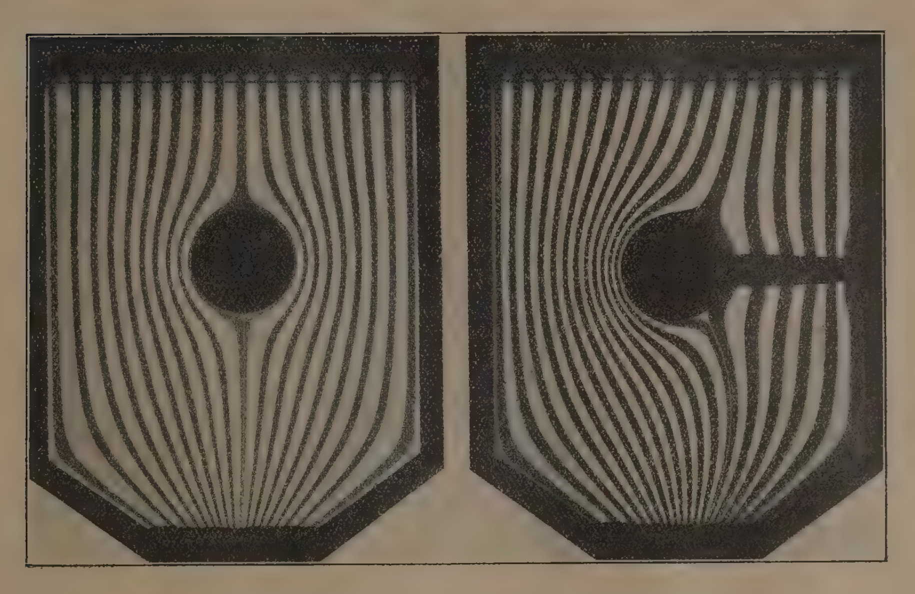


Fig. 1. — Sans circulation.

Fig. 2. — Avec circulation ($\alpha = 30°$).

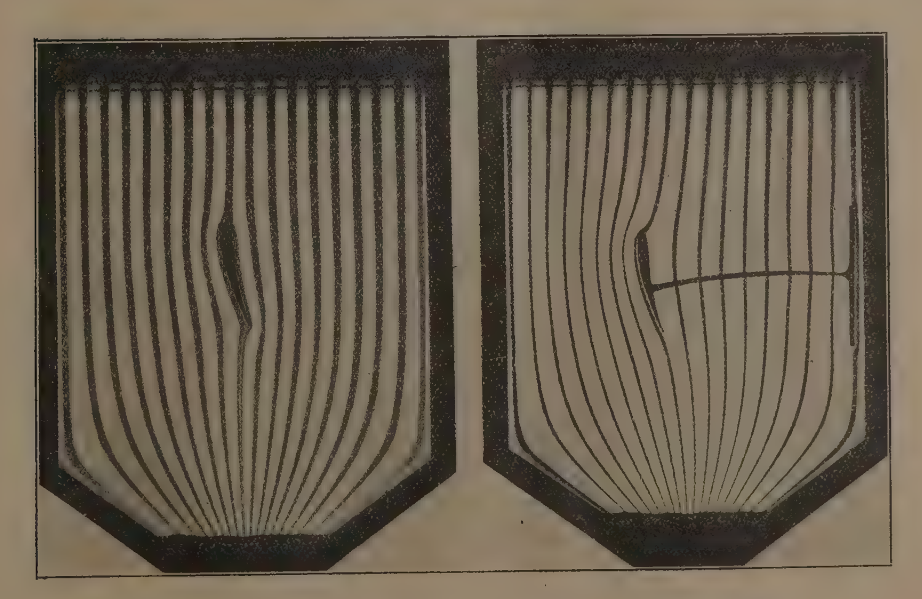


Fig. 3. — Sans circulation.

Fig. 4. — Avec circulation.

photographies obtenues avec ces mêmes modèles, mais dépourvus de barrière, sont également reproduites.

J'ai obtenu ces figurations en plaçant les modèles entre les deux glaces d'un petit appareil Hele Shaw, modifié par Pohl [1]. Le rapport $\frac{2h}{2l}$ était égal à $\frac{1,2}{0,7} = 1,71$.

Bien que les faibles dimensions de l'appareil utilisé aient laissé subsister sensiblement l'interaction des parois, les résultats obtenus semblent néanmoins autoriser à dire que la théorie et l'expérience sont en bon accord.

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *La double origine des petites planètes et leur émission par les anneaux et tourbillons des grosses planètes.* Note de M. Émile Belot, présentée par M. Ernest Esclangon.

La loi exponentielle des distances planétaires ($x_n = 62,3 + 1,886^n$ en rayons solaires) [2], se heurtait à l'objection qu'il y a des petites planètes à presque toutes les distances entre 2 et 4 u. a. Je me suis donc attaché à préciser leur origine. Dans une première Note [3] j'ai montré que les 632 petites planètes alors connues figurées par leurs aphélies, sur une carte perpendiculaire à l'écliptique faisaient ressortir leurs mouvements de translation vers l'écliptique conformes aux prévisions de notre cosmogonie dualiste. Si, en effet, les petites planètes doivent leur naissance à un anneau émis par le protosoleil et montant vers l'écliptique en s'élargissant, elles doivent commencer à tourner autour du Soleil à partir de leur distance aphélie maxima, où la ligne des apsides fait avec l'écliptique un angle égal à l'inclinaison des orbites. Dans toutes ces recherches, on suppose que, dans l'ensemble, les valeurs actuelles des excentricités sont leurs valeurs moyennes, comme Stockwell l'a montré pour les excentricités des orbites de Mars et de Jupiter.

Ayant trouvé sur la carte précitée que les aphélies d'Eros, Adalberta et Hungaria étaient dans le sillage de Mars marqué par la direction de son axe, et qu'elles étaient nettement séparées de toutes les aphélies du groupe

---

(1) *Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht*, **11**, 1925, p. 119.

(2) *Comptes rendus*, **141**, 1905, p. 937.

(3) *Comptes rendus*, **147**, 1908, p. 1460.

central, j'ai pu prévoir l'existence de petites planètes du groupe de Saturne dans mon *Essai de Cosmogonie* de 1911 (p. 159) : la première, Hidalgo (944) a été découverte en 1920 et se trouve bien sur le prolongement de l'axe de Saturne sur la carte précitée ([1]), s'écartant de l'écliptique à une distance maxima de 6,44 u. a., alors que Patrocle du groupe jovien ne s'en écarte que de 2,227 u. a.

Dans une autre Note ([2]) je précisais l'origine du groupe central des petites planètes qui, d'après la loi des distances ($n = 10$), aurait dû donner une grosse planète à la distance 2,939 u. a. dans l'écliptique, distance peu différente de l'aphélie de Cérès (2,935). Je remarquais que les aphélies de Vesta, Cérès et Junon déterminent sur la carte précitée une ligne L légèrement convexe vers l'écliptique passant très près de l'aphélie de Patrocle (617). Quand on franchit la ligne L vers l'écliptique, la densité numérique des petites planètes double subitement. J'ai interprété cette ligne L comme la limite interne des masses légères repoussées par la pression de radiation du protosoleil qui valait 600 000 fois celle du Soleil actuel dans sa phase de Nova.

La ligne L rencontre l'écliptique à la distance de 2 u. a. sous un angle de 30°.

Seules les particules denses et noires de la nébuleuse pouvaient franchir cette ligne vers le protosoleil parce qu'elles n'avaient rien à craindre de sa pression de radiation. De même, les particules de l'anneau $x_{10} = 2,939$ désagrégées par son choc sur la ligne L devaient en montant dans la nébuleuse vers l'écliptique, s'échelonner par ordre de masse et de densité, les moins massives et les plus légères s'arrêtant à plus grande distance de l'écliptique que les masses plus fortes et plus denses d'après ce que l'on sait de la trajectoire des projectiles dans les milieux résistants.

Il faut préciser maintenant comment un anneau tel que x_{10} se désagrège dans sa translation à travers la nébuleuse. D'après son émission par l'Équateur du protosoleil, il a une grande hauteur comparée à son épaisseur, ce qui facilite sa translation dans le milieu résistant. Il s'aplatit en tête de sa trajectoire où vont se concentrer les masses les plus denses tandis que le frottement latéral de la nébuleuse traverse en pointe la section de l'anneau vers l'arrière dont se détacheront ainsi les petites masses les plus légères. Les mêmes phénomènes se produiront aux

([1]) *Comptes rendus*, 173, 1921, p. 1069.
([2]) *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 704.

extrémités sud des tourbillons des grosses planètes qui abandonneront ainsi des petites planètes dont l'origine est, on le voit bien, différente de celle des petites planètes du groupe central x_{i_0}.

Ces phénomènes montrent que dans l'ensemble la densité des petites planètes diminue de Mars (3,83) à Jupiter (1,36) et augmente de la distance 2 u. a. à l'écliptique quand on approche de ce plan.

	a.	e.	i.
Groupe martien.			
Eros	1,458	0,2230	10°,828
Adalberta	2,089	0,0000	19,977
Hungaria	1,944	0,0737	22,503
1019 (1924 QN)	1,911	0,0715	26,975
1025 (1923 NX)	1,985	0,0408	27,128
Groupe $n = 450''$.			
499	3,945	0,2347	2,007
748	3,946	0,1739	2,250
958	3,930	0,1908	5,670
190	3,935	0,1677	6,133
153	3,959	0,1654	7,863
1038	3,970	0,2526	9,583
361	3,959	0,1983	12,612
Groupe jovien.			
1930 BH	5,216	0,1513	3,148
659 Nestor	5,203	0,1097	4,866
1930 UB	5,086	0,1204	6,975
884 Priam	5,262	0,1198	8,857
588 Achille	5,247	0,1495	10,308
1930 UA	5,217	0,1041	16,699
624 Hector	5,193	0,0279	18,212
911 Agamemnon	5,128	0,0889	21,985
617 Patrocle	5,190	0,1406	22,105

Aujourd'hui, où 1152 petites planètes sont cataloguées, il y en a 1137 qui appartiennent au groupe central et 15 qui proviennent des tourbillons des grosses planètes (5 du groupe martien, 9 du groupe jovien, 1 de Saturne). Les particularités concernant la ligne L de séparation de densité numérique des petites planètes subsistent encore dans le groupe central. Il ne paraît pas douteux que si les observations se portent à grande distance angulaire de l'écliptique d'autres astéroïdes du groupe saturnien seront découverts.

Le tableau ci-contre comprend, entre les 5 petites planètes du groupe martien et les 9 du groupe jovien, 7 petites planètes dont la distance moyenne diffère peu de 3,97 et le moyen mouvement de $n = 450''$, soit une fois et demie le mouvement moyen de Jupiter. Elles dessinent sur la carte, par leurs aphélies, une ligne presque perpendiculaire à l'écliptique comme l'axe de Jupiter qui traverse le groupe jovien. Elles doivent alors avoir un type spécial de perturbations comme Hercule ($n = 600''$), Minerve ($n = 750''$), Hestia ($n = 900''$) et Flora ($n = 1050''$).

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ. — *Réflexion sur un miroir mobile et relativité.* Note [1] de M. **Louis Gérard**, présentée par M. Élie Cartan.

Soit A un point lumineux invariablement lié à un miroir m animé d'un mouvement de translation, de vitesse constante u et de direction A_0x, faisant un angle ω avec la normale $A_0D_0D_2$ au miroir, et soit v la vitesse de la lumière. Un rayon lumineux parti de A, quand A est en A_0 et m en m_0, rencontre en P_2 le miroir quand le miroir est en m_2. Le lieu de P_2 est un hyperboloïde de foyer A_0, de plan directeur m_0 et d'excentricité $e = \frac{v}{u\cos\omega}$.

D'après le principe de Fermat, cet hyperboloïde joue le rôle de surface réfléchissante et le prolongement du rayon réfléchi P_2R_3 passe par le second foyer A'_1. Quand A'_1 est entre m_0 et m_2, pour que le rayon réfléchi puisse *passer*, il faut que $\frac{SR_3}{u} < \frac{P_2R_3}{v}$ ou $\frac{SR_3}{P_2R_3} < \frac{u}{v}$. Cette condition est vérifiée; car, si B'_1 est le point de rencontre de la seconde directrice m'_1 avec la parallèle à A_0x menée par A'_1, on a

$$\frac{SR_3}{P_2R_3} = \frac{A'_1B'_2}{P_2A'_1} < \frac{B'B'_2}{P_2A'_1} = \frac{A_0B_2}{P_2A_0} = \frac{u}{v}.$$

Quand m est en m_2, A est en A_2 ($A_2B_2 = A_0B_0$) et R_3 *était* en R_2 $\left(\frac{R_2R_3}{P_2R_3} = \frac{u}{v}\right)$. Pour l'observateur entraîné avec le miroir, le rayon réfléchi apparent est P_2R_2, dont le prolongement rencontre $A'_1B'_2$ en un point A'_2 tel que

$$\frac{A'_1A'_2}{P_2A'_1} = \frac{R_2R_3}{P_2R_2} = \frac{u}{v} = \frac{B'_1B'_2}{P_2A'_1},$$

d'où

$$A'_1A'_2 = B'_1B'_2;$$

[1] Séance du 22 juin 1931.

donc

$$B'_2 A'_2 = B'_1 A'_1 = A_0 B_0 = A_2 B_2.$$

Donc le milieu I de $A_2 A'_2$ est sur le miroir.

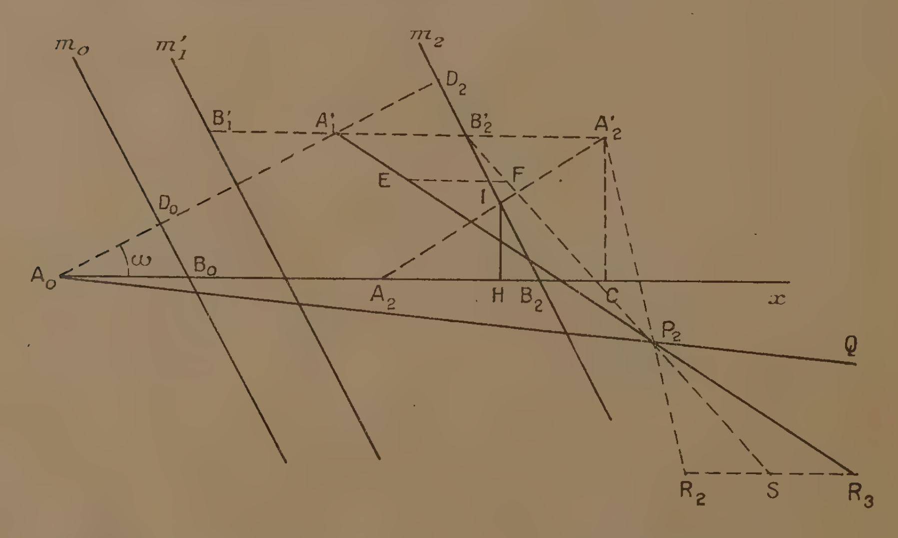
De plus, en posant $2c = A_0 A'_1$ et en désignant par C et H les projections de A'_2 et de I sur $A_0 x$, on a

$$A_2 C = 2c \cos\omega + A'_1 A'_2 - A_0 A_2 = 2c \cos\omega - (P_2 A_0 - P_2 A'_1) \frac{u}{v}$$
$$= 2c \cos\omega - \frac{2c}{e} \frac{u}{v} = 2c \cos\omega \left(1 - \frac{u^2}{v^2}\right),$$

d'où

$$\operatorname{tang} \widehat{x A_2 A'_2} = \frac{CA'_2}{A_2 C} = \frac{v^2 \operatorname{tang}\omega}{v^2 - u^2}.$$

Ces relations déterminent la position de A'_2 dans le système mobile ; donc



ce point A'_2 est l'image apparente de A_2 et, dans le système fixe,

$$\frac{A_2 H . HB_2}{\overline{HI}^2} = \operatorname{tang}\omega \cot \widehat{x A_2 A'_2} = \frac{v^2 - u^2}{v^2}.$$

Mais, si l'observateur entraîné avec le miroir applique le principe de Fermat dans le système mobile, il doit croire que l'angle $A_2 I B_2$ est droit ou que

$$A_2 H . HB_2 = \overline{HI}^2 ;$$

donc il doit mesurer HI avec un mètre M et A_2H et HB_2 avec un mètre M′ tel que $\frac{M'^2}{M^2} = \frac{v^2 - u^2}{v^2}$, ce qui exige $v > u$.

Considérons un autre point lumineux A′ entraîné avec un autre miroir m' soumis à la même translation que m, et supposons qu'à un certain moment m' soit en m'_1 et A′ en A'_1 : à ce moment un rayon lumineux part de A'_1 et rencontre en P_2 le miroir m' quand ce miroir est en m_2. En supposant A'_1 entre m'_1 et m_2, on a $\frac{EF}{P_2E} = \frac{A'_1B'_2}{P_2A'_1} < \frac{B'_1B'_2}{P_2A'_1} = \frac{u}{v}$, d'où $\frac{EF}{u} < \frac{P_2E}{v}$; donc le rayon lumineux arrive en P_2 *sans être arrêté*. Mais on ne peut plus dire qu'il *frappe* le miroir en P_2 ; c'est au contraire le miroir qui rattrape le photon en P_2, lui donne une poussée et l'envoie dans la direction P_2Q prolongement du rayon vecteur A_0P_2.

J'appelle l'attention des physiciens sur ce mode insolite de réflexion.

PHYSIQUE. — *Sur un four électrique en fluorine*. Note de MM. **A. Damiens** et **L. Domange**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'un de nous a montré [1] qu'il était possible d'obtenir un produit à base de fluorine pure ayant les caractères généraux de la porcelaine.

Cette substance se prête à la construction d'appareils variés et nous l'avons tout d'abord utilisée pour constituer un four électrique permettant de travailler avec le fluor ou l'acide fluorhydrique à des températures supérieures à 1000°.

Au cours des expériences de cette nature, où interviennent nécessairement des substances gazeuses, il est indispensable que l'appareil soit étanche aux gaz, ce qui présente une difficulté en raison du fait que la porcelaine de fluorine conserve toujours une certaine perméabilité et ne tient pas le vide.

Pour résoudre ce problème, nous construisons, suivant le procédé indiqué antérieurement, un tube de fluorine pure, creux, sur la surface extérieure duquel se trouvent tracés des sillons spiralés sur lesquels doivent se fixer les fils métalliques chauffants. La cuisson en est faite à 1300° environ pendant 8 heures. Ce tube a une longueur de 30^{cm}, un diamètre extérieur de 21^{mm}, un diamètre intérieur de 11^{mm}.

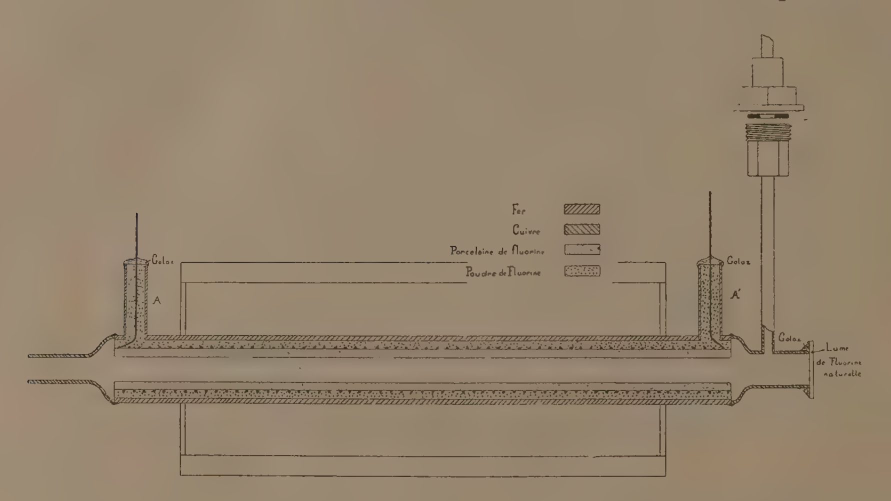
Il est garni d'un fil de nichrome d'une résistance de 3 ohms, 2 par mètre

---

[1] A. Damiens, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1235.

pour un diamètre de $0^{mm},64$ (60 spires), et ce fil est maintenu par une couche de pâte de fluorine que l'on fait sécher.

Le tube de fluorine ainsi préparé est centré dans un tube de fer (diamètre intérieur : 30^{mm}), les deux extrémités du fil de nichrome sortant par deux



tubes latéraux A et A', disposés comme sur la figure. Les espaces vides sont garnis par de la poudre de fluorine soigneusement tassée. Les ouvertures des tubes A et A' sont fermées par des joints de mastic golaz.

Les extrémités du tube de fer sont alors raccordées par soudure à l'étain, d'une part à un tube de cuivre dont le diamètre diminue progressivement sur une longueur de 1^{cm}, pour se terminer par une partie cylindrique. Les bords de l'ouverture sont aplatis et soigneusement polis pour permettre le collage d'une plaque de fluorine transparente. Ce tube de cuivre porte un raccord latéral fait du même métal, et porteur d'un pas de vis s'adaptant sur l'appareil producteur de fluor.

Ce dispositif a pour but de permettre d'observer l'intérieur du four et de déterminer la température par la mesure du rayonnement.

Du côté opposé, le tube de fer porte de même un tube de cuivre soudé, qui peut être relié à des dispositifs variant avec la nature des substances à recueillir.

La partie centrale du four est calorifugée par un épais revêtement d'amiante. En cours d'opération les deux extrémités de l'appareil, les soudures en particulier, sont arrosées par un courant continu d'eau froide.

Les premières mesures de températures ont été faites au contact de l'air, avec une pince thermo-électrique en platine-platine rhodié, pour permettre l'étalonnage d'un pyromètre optique. L'emploi d'une pince de platine ne peut en effet pas être envisagé à l'intérieur de l'appareil pour les expériences définitives, où l'on fait circuler un gaz fluoré susceptible d'attaquer le métal de la pince.

Dans ces conditions nous avons constaté que le four en fluorine supporte parfaitement des températures supérieures à 1000°.

ÉLECTRICITÉ. — *Un fréquencemètre à quartz piézoélectrique avec modulation synchrone.* Note de M. **B. Decaux**, présentée par M. G. Ferrié.

La précision exigée dans la détermination de la fréquence d'une émission radioélectrique s'accroît continuellement, ce qui entraîne un perfectionnement parallèle des méthodes de mesures. Alors que la précision des mesures de laboratoire ne dépassait pas, il y a peu de temps, 1/100000, cette rigueur est maintenant nécessaire dans la pratique des émissions. On est donc obligé de rechercher la précision de 1/1000000 pour les fréquencemètres étalons. D'autre part la gamme de fréquences qui exige la plus grande précision est celle des ondes courtes : 5.10^6 à 30.10^6 p : s; cela rend difficile l'emploi des oscillateurs étalons à fréquence aussi faible que celle des diapasons. On utilise donc généralement des oscillateurs à quartz piézoélectrique dont la fréquence fondamentale est de plusieurs centaines de mille périodes par seconde.

Nous avons signalé ([1]) la nécessité de subdiviser artificiellement les intervalles compris entre les harmoniques successives de ces oscillateurs; ces harmoniques sont en effet trop espacées pour qu'il soit possible de déterminer la fréquence d'une oscillation par interpolation directe entre elles; il en est de même de la graduation d'un circuit résonant de précision. Nous avions décrit un procédé de subdivision consistant à moduler l'oscillateur piézoélectrique par un courant de fréquence plus basse réglable f; cette combinaison produit de part et d'autre des harmoniques de fréquence nF des courants de fréquence $n\mathrm{F} \pm f$. Mais la précision de ces fréquences composées dépend de celle de f, et généralement diminue quand f

([1]) B. Decaux, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 498.

augmente; de plus il serait beaucoup plus pratique de disposer de nombreuses fréquences $nF \pm pf$ simultanément sans réglage. Nous avons donc étudié au Laboratoire National de Radioélectricité la méthode suivante, qui à notre connaissance n'a jamais été décrite.

La fréquence f de modulation, au lieu d'être arbitraire, a un rapport simple avec celle F de l'oscillateur; en même temps la source de fréquence f est riche en harmoniques. Dans ces conditions les fréquences composées correspondant aux diverses harmoniques consécutives de l'oscillateur piézo-électrique et du modulateur se recouvrent les unes les autres et forment un spectre régulier. Par exemple, si la fréquence F est de 100000 p : s et si $f = \frac{F}{10}$ soit 10000 p : s, on obtiendra, entre autres, les fréquences 1000000, 1010000, 1020000, ..., 1080000, 1090000, 1100000, 1110000, ... Il est à remarquer que les harmoniques aussi élevées d'un multivibrateur de même fréquence qu'un modulateur n'auraient pas une intensité suffisante pour être utilisées directement. Nous avons réalisé le procédé par une méthode très simple. L'oscillateur de modulation est un multivibrateur du type B d'Abraham et Bloch, c'est-à-dire dans lequel les résistances habituellement insérées dans les circuits de plaque sont remplacées par des inductances; ce multivibrateur, rendu réglable par l'adjonction d'une capacité variable, est synchronisé sur une fréquence sous-multiple par l'oscillateur à quartz qu'il module à son tour. Les fonctions de synchronisation et de modulation sont remplies simultanément par un même tube à vide à double anode dit « à grille-écran », dont la grille-écran se trouve reliée à l'un des circuits anodiques du multivibrateur; le circuit de la grille de commande est couplé à l'oscillateur, le circuit de plaque attaquant les appareils d'utilisation. Dans ces conditions la grille-écran joue par rapport à la grille de commande le rôle d'une anode et synchronise le multivibrateur; en même temps elle se comporte par rapport à la plaque comme une grille et module le courant de plaque.

La fréquence de l'oscillateur à quartz est comparée par démultiplication à l'une des pendules directrices de l'Observatoire de Paris avec une précision relative de l'ordre du millionième. La modulation étant synchrone, les fréquences composées sont toutes connues avec cette même précision. Il est facile, par ailleurs, d'interpoler entre deux d'entre elles avec un fréquencemètre pour fréquences musicales, surtout si l'on modifie le rapport entre les fréquences F et f.

L'ensemble, composé de l'oscillateur piézoélectrique et de son modula-

teur synchrone, forme un appareil peu encombrant et peut être très facilement transporté; il constitue donc un fréquencemètre portatif susceptible d'une très haute précision. La méthode peut aussi s'appliquer à la réception stable d'une émission en employant l'appareil comme hétérodyne; enfin, si l'on isole et amplifie l'une des fréquences composées, on peut constituer un émetteur disposant d'un grand nombre de fréquences parfaitement stables.

PHOTOMÉTRIE. — *Luxmètre de précision à plages homochromes.* Note de M. **P. Fleury**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les mesures d'éclairement sont peut-être parmi les déterminations photométriques celles qui ont la plus grande importance pratique. Elles présentent souvent une grosse incertitude [1], qu'il nous a paru possible de réduire en tenant compte des observations suivantes :

1° Les éclairements à mesurer ont des couleurs très diverses; les deux plages des luxmètres actuellement utilisés présentent par suite des teintes parfois très différentes, au grand détriment de la précision des pointés photométriques [2]. Les verres colorés livrés avec certains appareils ne permettent qu'une correction partielle de ce défaut; leur facteur de transmission (qui dépend de la composition spectrale du faisceau sur lequel on les interpose) est d'ailleurs rarement indiqué par le constructeur.

Notre luxmètre comporte une lampe-tare à filament rectiligne dont une image se forme sur un coin (prisme d'angle aigu) de verre bleuté convenablement choisi : en déplaçant ce coin, on peut faire varier d'une façon continue la couleur de la lumière transmise; et, en lui associant au besoin des lames colorées supplémentaires, on peut rendre pratiquement homochromes toutes les mesures usuelles d'éclairement.

Il est à remarquer que la position du coin pour laquelle l'équilibre de couleur est obtenu dépend uniquement de la température de couleur équivalente des sources produisant l'éclairement étudié. L'appareil pourrait donc servir de *pyromètre à coloration.*

---

(1) Voir par exemple : *Rapport sur la précision des mesures photométriques*, présenté par le Comité britannique. *Recueil des travaux de la Commission internationale de l'Éclairage*, réunion de Saranac Inn., 1928, p. 1097.

(2) Dans le cas des faibles éclairements, le phénomène de Purkinje peut même fausser complètement les mesures.

Les difficultés inhérentes à la photométrie hétérochrome ne se présentent plus qu'au moment de l'étalonnage du coin et des lames colorées : leur facteur de transmission sera évalué une fois pour toutes avec la plus grande précision possible.

2° En déplaçant un coin de verre gris juxtaposé au coin précédent, on peut faire varier à volonté la brillance de l'une des plages du luxmètre. On doit tenir compte de ce que le verre constituant ce second coin n'est jamais parfaitement *neutre;* le facteur de transmission du coin gris, pour une position donnée, varie donc quelque peu suivant la position du coin bleuté.

Le luxmètre est pointé dans les conditions déterminées sur un écran diffusant blanc dont le choix constitue un problème délicat, mais indépendant de ceux relatifs à la construction de l'appareil. On peut après étalonnage évaluer l'éclairement de cet écran en fonction des indications x et y repérant sur une graduation les positions des deux coins au moment de l'équilibre photométrique (On tient compte éventuellement des lames supplémentaires grises ou colorées interposées sur le passage de l'un des deux faisceaux).

Il est commode, pour faciliter l'interprétation des mesures, d'utiliser un diagramme représentant, en fonction des coordonnées x et y, un réseau de courbes à éclairement constant. (On y pourrait tracer aussi, pour des mesures pyrométriques, un réseau de courbes à température de couleur constante).

3° L'interposition d'un verre bleu devant la lampe tare permet de la faire fonctionner à une température relativement basse, ce qui rend son usure très lente.

La lampe est d'autre part montée sur l'une des branches d'un pont de Wheatstone et alimentée à résistance constante comme dans le pyromètre Ribaud [1]. Ce procédé, qui ne semble pas avoir été appliqué jusqu'ici aux luxmètres, permet d'assurer la constance de l'intensité de la lampe-tare avec beaucoup plus de précision que l'emploi d'un ampèremètre ou d'un voltmètre.

Cet avantage serait toutefois illusoire si l'appareil n'était pas de dimensions assez grandes et d'une solidité suffisante pour éviter tout risque de déréglage résultant d'un léger déplacement de certaines de ses pièces.

4° Tout luxmètre comporte nécessairement un écran qui reçoit l'éclairement à étudier ; pour qu'on puisse faire les mesures commodément, même

---

[1] *Revue d'Optique*, 5, 1926, p. 223.

en des points peu accessibles, et sans porter ombre sur l'écran, il est bon que celui-ci soit placé à une distance suffisante de l'observateur (de l'ordre de $1^{m}50$ par exemple).

Pour éviter d'avoir à donner une trop grande surface à l'écran, on en forme à l'aide d'une lentille placée contre le cube photométrique, une image réelle couvrant largement le diaphragme de sortie du luxmètre. Il convient que ce diaphragme soit au moins aussi grand que la pupille de l'œil, même lorsqu'elle est largement ouverte : on se place ainsi dans les conditions les plus favorables pour la mesure des faibles éclairements (de l'ordre du dixième de lux).

Mais il faut alors que le diaphragme soit aussi couvert uniformément par le faisceau provenant de la lampe tare, — ce qu'on réalise en projetant sur lui une image d'un petit écran diffusant convenablement placé. Ce dernier écran peut n'avoir que quelques millimètres de diamètre utile, ce qui permet de lui donner une brillance uniforme et en même temps assez élevée.

Le dispositif ainsi réalisé est *intermédiaire entre celui des photomètres à plages diffusantes, et celui des appareils sans écran diffusant* (1) qui conviennent mieux pour la mesure des faibles intensités ou des faibles brillances.

Un luxmètre construit d'après les indications précédentes et qui sera décrit en détail dans une autre publication, peut mesurer sans réduction préalable des éclairements de l'ordre d'une centaine de lux malgré les écrans colorés interposés devant la lampe-tare et la température relativement basse de celle-ci. La sensibilité et la fidélité de l'appareil sont de l'ordre de quelques centièmes. Son exactitude dépend de celle de l'étalonnage des coins et lames colorés, qui est limitée par les difficultés de la photométrie hétérochrome ; elle est donc d'autant plus faible que la couleur des éclairements à mesurer diffère plus de celle de l'étalon primaire d'intensité lumineuse.

SPECTROSCOPIE. — *Observation de l'effet Zeeman en haute fréquence.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, **F. Esclangon** et **P. Lacroute**, présentée par M. Brillouin.

Les décharges de haute fréquence dans les gaz raréfiés, qui ont déjà rendu de grands services pour la production et la séparation des spectres

---

(1) Dont le type est le photomètre universel de MM. Fabry et Buisson (*Revue d'Optique*, **1**, 1922, p. 1).

d'ordre supérieur, peuvent aussi être utilisées avec avantage pour l'étude du phénomène de Zeeman. On sait qu'avec les arcs et les tubes à vide ordinaires, le phénomène de Zeeman est malaisé à observer quand la source est placée transversalement au champ, d'une part à cause de la difficulté d'entretien de la décharge dans ces conditions, d'autre part à cause des modifications apportées à l'émission même sous l'action du champ. Ces deux inconvénients disparaissent presque complètement lorsqu'on fait usage de la décharge de haute fréquence sous la forme que nous allons indiquer.

Les tubes utilisés, en verre pyrex, sont des tubes symétriques comportant des boules assez volumineuses reliées par une partie capillaire de 1 à 2^{mm} de diamètre intérieur. Le capillaire est placé verticalement dans l'entrefer d'un fort électro-aimant de façon que la partie utile de la source soit dans une région où le champ magnétique est à la fois très intense et très uniforme. A quelques centimètres au-dessus et au-dessous des boules se trouvent deux boucles de fil de cuivre reliées aux extrémités de la self d'un circuit oscillant à lampes fonctionnant sur une longueur d'onde de 8^{m} environ. La puissance du poste est d'une centaine de watts. L'excitation du tube est due au champ électrique alternatif qui régne entre les électrodes extérieures.

Quand la décharge passe, on observe, par exemple avec un tube à vapeur de mercure, une lueur assez faible dans les boules et beaucoup plus brillante dans le capillaire ; l'éclat est de l'ordre de celui d'un arc en quartz peu poussé. Lorsque le tube est placé entre les pôles de l'électro-aimant non excité, la décharge se maintient malgré la présence de larges pièces métalliques au contact du capillaire. Si l'on établit le champ, il peut arriver, lorsque le couplage du tube avec la source est faible, que la lueur s'éteigne dans le capillaire. Pour un couplage plus fort, la décharge passe, mais semble légèrement attirée par les pôles de l'électro-aimant, ce qui cause un dédoublement assez net du faisceau lumineux dans le sens du champ. Si l'excitation est plus intense encore, l'établissement du champ ne semble plus gêner le passage de la décharge ; de toutes façons, on n'observe aucun dédoublement de celle-ci dans le sens perpendiculaire au champ. Il est possible ainsi de réaliser d'une façon stable et avec un éclat suffisant des sources lumineuses transversales dans des champs de 30000 gauss environ.

Nous avons examiné pour différents gaz, et particulièrement pour le néon et le mercure, l'effet Zeeman obtenu dans ces conditions. L'appareil dispersif est un grand réseau de Rowland de 110000 traits et de 7^{m} de rayon. Notre objet était de vérifier si les effets Zeeman en haute fréquence sont bien corrects, c'est-à-dire s'ils sont à l'abri des perturbations liées d'ordi-

naire au montage transversal : élargissement notable des raies et apparition de composantes interdites par les règles de sélection.

Un premier examen des raies du néon et du mercure nous a révélé la finesse des décompositions obtenues, atteignant dans un champ de l'ordre de 25000 gauss, la limite du pouvoir séparateur du réseau dans le premier ordre.

Un examen plus détaillé des raies du mercure dans un champ de 26250 gauss (mesuré par son action sur la raie verte du mercure) nous a donné les résultats résumés dans le tableau ci-dessous :

	Écarts mesurés par rapport à l'écart normal. Composantes.		Écarts théoriques. Composantes.	
Longueur d'onde.	σ.	π.	σ.	π.
5460	0,00		0	
»	0,52		0,5	
»		0,995		1
»		1,50		1,5
»		1,99		2
4358	0,53		0,5	
»		1,51		1,5
»		2,05		2
4347	0,00		0	
»		1,00		1
4339	0,00		0	
»			0,17	
»				1
»		1,18		1,17
»				1,33
4078	0,00		0	
»		1,49		1,5
4046	0,00		0	
»		1,96		2

L'accord avec l'effet Zeeman théorique paraît satisfaisant. On peut ajouter que sur un cliché la raie 4358 montre une décomposition des principaux satellites qui vérifie, en les prolongeant, les résultats obtenus par Nagaoka [1]. Il semble donc que la décharge de haute fréquence en ondes

[1] NAGAOKA et TAKAMINE, *Phil. Mag.*, **29**, 1915, p. 241.

très courtes puisse servir efficacement à l'étude du phénomène de Zeeman et permettre d'espérer des résultats corrects dans le cas de gaz qui n'ont pas encore été étudiés à ce point de vue.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'oxygène aux températures élevées.* Note de M. **D. Malan**, présentée par M. Ch. Fabry.

Ce travail a été entrepris en vue de déceler la formation d'ozone dans l'oxygène porté à haute température. Un lent courant d'oxygène passait dans un tube de porcelaine, fermé par des lames de quartz, et chauffé dans sa partie centrale à 1400° C. Un tube à hydrogène de Chalonge et Lambrey donnait le rayonnement, à spectre continu riche en ultraviolet, qui traversait le tube; la lumière était analysée au moyen d'un spectrographe à prisme de quartz. On cherchait à caractériser l'ozone par l'absorption très forte que ce gaz exerce sur une partie des radiations ultraviolettes, absorption dont le maximum est vers la longueur d'onde 2500. Dans cette région, une épaisseur d'ozone pur de $0^{mm},025$, pris à la température ordinaire, réduit de moitié l'intensité du rayonnement qui la traverse. Aucune absorption continue n'a pu être observée dans la région des longueurs d'onde supérieures à 2500. Il faut en conclure que, si l'absorption par l'ozone n'est pas diminuée à haute température, la quantité d'ozone formé à 1400° C. est très faible.

Mais en même temps, l'expérience a montré qu'à haute température le spectre d'absorption de l'oxygène était considérablement renforcé.

On sait que, dès la température ordinaire, l'oxygène présente un spectre d'absorption formé de bandes qui s'étendent, à partir de la longueur d'onde 2000, vers les petites longueurs d'onde. En chauffant l'oxygène à 1050° C, Fuchtbauer et Holm (¹) ont constaté que cette absorption était renforcée et que le système de bandes se développait du côté des grandes longueurs d'onde. Mes expériences, poussées jusqu'à 1400° C, montrent les bandes avec une très grande intensité; elles s'étendent, du côté des grandes longueurs d'onde, jusque vers 2500.

Dans une partie du spectre, les bandes sont très enchevêtrées; on a pu cependant mesurer les longueurs d'onde de 24 *têtes*, comprises entre les longueurs d'onde 2160 et 2360. Pour les longueurs d'onde plus grandes,

(¹) Fuchtbauer et Holm, *Physikalische Zeitschrift*, 26, 1925, p. 345.

l'enchevêtrement devient tel qu'il est impossible de distinguer les têtes avec certitude. Les fréquences (nombres d'onde par centimètre, dans le vide) correspondant aux têtes mesurées sont données, avec la précision des mesures, par la formule suivante, où n' et n'' sont des nombres entiers :

$$\nu = 49349,1 + (707,9n' - 13,3n'^2) - (1565,37n'' - 11,37n''^2).$$

OPTIQUE. — *L'effet Raman dans quelques gaz.*
Note de MM. **P. Daure** et **A. Kastler**, présentée par M. A. Cotton.

La détermination des fréquences Raman dans les gaz a un intérêt particulier pour le problème de la structure moléculaire, car ces fréquences correspondent aux vibrations propres des molécules espacées, alors que dans les états condensés ces vibrations sont altérées par le champ intermoléculaire. Mais l'intensité des raies Raman étant à peu près proportionnelle à la densité, l'effet est très faible dans les gaz. Il nécessite des temps de pose très longs et une élimination difficile de la lumière parasite. En utilisant comme raie excitatrice la raie de résonance du mercure 2537 Å et en opérant sur des gaz comprimés à 10^{atm}. Rasetti a obtenu de très beaux résultats sur les gaz diatomiques.

En nous servant des raies excitatrices 4358,3, 4046,7 et 3650,1 de l'arc au mercure, nous avons obtenu des spectres Raman des gaz H^2, C^2H^2, $(CN)^2$ et H^2O, sous des pressions voisines de la pression atmosphérique, avec des temps de pose de 50 à 70 heures. Les fréquences de vibration ont été mesurées chaque fois sur deux raies excitatrices; le manque de finesse des raies (dû surtout aux variations de température des prismes) limite la précision de nos résultats à $\pm 5\ cm^{-1}$.

Résultats. — 1° H^2. — Nous avons mesuré quatre fréquences de raies de rotation excitées par Hg 4358.

$\Delta\nu$ en cm^{-1}...........	355.	588.	819.	1040.
Intensité..........	moyenne	forte	faible	très faible

Raie de vibration

$$\Delta\nu = 4159 \pm 5\ cm^{-1}.$$

2° *Acétylène gazeux.* — Nous avons observé une raie forte

$$\Delta\nu = 1978 \pm 5\ cm^{-1}.$$

et une raie faible

$$\Delta\nu = 3373 \pm 5\ cm^{-1}.$$

3° *Cyanogène gazeux.* — Nous n'avons observé qu'une seule raie

$$\Delta\nu = 2330 \pm 5 \text{ cm}^{-1}.$$

4° *Vapeur d'eau saturante à* 130°. — Nous avons observé une seule raie

$$\Delta\nu = 3655 \pm 5 \text{ cm}^{-1}.$$

Elle est fine et ne possède pas de satellite d'intensité comparable.

Discussion des résultats. — 1° H^2. — Nos résultats sont en bon accord avec ceux, plus complets, de Rasetti sur H^2 gazeux (¹) et ceux de Mac Lennan (²) sur H^2 liquide.

La différence entre H^2 liquide et H^2 gazeux est très faible et ne se manifeste que pour la raie de vibration :

H^2 gazeux $= 4159$ cm^{-1}, H^2 liquide $= 4149$ cm^{-1}, différence $= 10$ cm^{-1}.

2° C^2H^2. — La raie forte $\Delta\nu = 1978$ cm^{-1} déjà signalée par Sègre (³) correspond à la triple liaison $C \equiv C$, la raie faible $\Delta\nu = 3373$ cm^{-1} à la liaison C — H.

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus par M. P. Daure (⁴) sur l'acétylène dissous dans l'acétone

C^2H^2 gazeux	1978	3373
C^2H^2 dissous	1961	3334
Différence	17 cm^{-1}	39 cm^{-1}
Différence relative	0,86 pour 100	1,15 pour 100

3° $(CN)^2$. — A notre connaissance, le spectre Raman du cyanogène liquide n'a pas encore été déterminé. Il est à présumer qu'il donnera une fréquence plus faible.

Dadieu et Kohlrausch ont donné (⁵) une vue d'ensemble sur la raie des composés caractéristiques contenant le groupe $C \equiv N$. Ils ne trouvent pas de fréquence supérieure à 2260 cm^{-1}.

4° H^2O. — La différence entre le spectre Raman de l'eau à l'état gazeux (raie fine 3655) et à l'état liquide (bande diffuse autour de 3400 cm^{-1}) est frappante. Ce déplacement a également été trouvé dans le spectre d'absorp-

(¹) Rasetti, *Physical Review*, 34, 1929, p. 367.
(²) Mc Lennan, *Molecular Spectra. Trans. Faraday Soc.*, 25, 1929, p. 797.
(³) Ségre, *Rendiconti Accademia Lincei*, 11, ix, 1930, p. 825.
(⁴) Daure, *Thèse*, Paris, 1929 (*Ann. de Phys.*, 12, 1929, p. 375).
(⁵) Dadieu et Kohlrausch, *Sitz. ber. Akad. Wiss. Wien*, 139, 1930, p. 165.

tion infrarouge (l'eau vapeur présente une bande d'absorption 2,66 μ qui se trouve dans l'eau liquide déplacée vers 2,97 μ (¹).

De plus, alors que la raie de la vapeur semble unique, Gerlach a montré que la bande de l'eau liquide présente 2 maxima distants de 160 cm^{-1} (²).

Enfin remarquons que l'on a trouvé la fréquence 3650 cm^{-1} dans le spectre Raman de $NaOH$ (³), alors que dans tous les autres cas, le radical OH ne se manifeste que par des fréquences inférieures à 3500 cm^{-1}.

En résumé, le passage de l'état gazeux à l'état condensé entraîne une diminution de la fréquence Raman, diminution qui est surtout marquée pour les molécules dipôles, et permet d'apprécier l'importance du champ intermoléculaire.

RADIOACTIVITÉ. — *Séparation du polonium et du protactinium fixés sur l'oxyde de tantale.* Note de MM. **François Reymond** et **Tcheng da Tchang**, présentée par M. G. Urbain.

Au cours de nos recherches sur l'extraction et le dosage du protactinium dans les minerais radioactifs, la séparation du polonium fixé sur le gel d'acide tantalique hydrolysé qui servait d'entraîneur au protactinium, s'est toujours montrée difficile.

Le polonium est en grande partie volatilisé lors de la première calcination de l'acide tantalique, mais il est impossible, de cette manière, de l'éliminer quantitativement.

Nous avons donc cherché un entraîneur du polonium en milieu fluorhydrique, seul milieu où le tantale et le protactinium soient facilement solubles.

Nous nous sommes basés sur la propriété bien connue du polonium d'être facilement précipité par un agent réducteur, et notre choix s'est fixé sur l'acide sulfureux en présence de sélénium, dont les propriétés sont voisines de celles du polonium.

Un poids connu $p = 0^g,1545$ de tantale contenant du protactinium et du polonium est converti en un gel d'acide tantalique soluble dans l'acide fluorhydrique dilué, après fusion avec 1^g de bisulfate de potassium et reprise par

(¹) Schaefer Matossi, *Das ultrarote Spektrum*, p. 237-243.

(²) Gerlach, *Physik. Zts.*, 31, 1930, p. 695.

(³) Woodward, *Physik. Zts.*, 32, 1931, p. 261.

l'eau bouillante. Le gel est dissous dans 10^{cm^3} d'acide fluorhydrique à 40 pour 100 et 50^{cm^3} d'eau. On ajoute $0^g,1$ d'acide sélénieux, quelques gouttes d'acide sulfurique et 3^{cm^3} d'une solution de bisulfite de sodium à 36°Bé. Par ébullition de la solution, le sélénium précipite. On ajoute encore quelques gouttes de bisulfite dans la liqueur tiède, et on laisse le précipité se rassembler, lequel filtre facilement. La solution est additionnée de sulfate d'ammonium et d'ammoniaque en excès. On la fait bouillir et l'on recueille sur filtre le gel d'acide tantalique, qui est lavé, puis calciné.

Dans ces conditions on retrouve le poids d'oxyde de tantale mis en œuvre. L'activité, mesurée en unités arbitraires, reste constante avec le temps ($a = 0,068$), ce qui prouve que le polonium a bien été éliminé.

Une nouvelle vérification de la méthode a été effectuée en traitant, suivant le procédé décrit précédemment, $0^g,105$ de l'oxyde de tantale purifié. Nous avons reconnu qu'il n'y avait eu ni perte de poids ($p = 0,105$), ni perte d'activité ($a = 0,068$).

Le sélénium précipité dans cette deuxième opération s'est révélé inactif, ce qui prouve que tout le polonium avait été séparé dans la première opération.

Il faut noter que la précipitation du sélénium n'est totale que si un excès de bisulfite de sodium reste en solution. On évitera cependant un gros excès de sels de sodium qui pourrait provoquer l'entraînement de traces de tantale sur le sélénium précipité.

Les mesures d'activité ont été faites dans les conditions suivantes : Les oxydes de tantale dont on voulait connaître les activités relatives en rayonnement α étaient soigneusement pulvérisés. On en délayait $0^g,1$ avec du chloroforme, et la suspension était versée dans des cuvettes en laiton de formes identiques (diamètre $2^{cm},5$, profondeur 2^{mm}.). Nous obtenions ainsi des couches bien uniformes. Les activités étaient mesurées à l'électroscope.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique du paraldéhyde dans les solutions de chlorure de lithium et de chlorure de magnésium.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons montré [1] l'intérêt que présente la détermination directe de la constante cryoscopique des solutions salines, et comment le paraldéhyde

---

(1) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 585; **191**, 1930, p. 1062 et **192**, 1931, p. 557.

permettait de résoudre le problème dans le cas des solutions étendues de chlorures de potassium et de sodium, et dans celui des solutions de chlorures de baryum, de strontium et de calcium à toute concentration. Nous avons fait une étude analogue pour les solutions de chlorures de lithium et de magnésium.

I. *Solutions de chlorure de lithium. — a. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions de* ClLi 0,5 M. On a :

Concentration.	Poids pour 100g d'eau.	Δc.	K_c.	
	g	°		
0,125	1,691	0,273	21,32	K_c moyen = 21,41
0,250	3,434	0,574	21,56	
0,375	5,236	0,852	21,48	
0,500	7,092	1,142	21,25	
0,625	9,013	1,460	21,38	
0,750	10,996	1,787	21,46	

L'abaissement cryoscopique de ClLi pur 0,5M est, 1°,834. Dans tout ce travail, K_c est calculé dans l'hypothèse de la molécule triple $(C^2H^4O)^3$; la constance présentée par ce paramètre est l'indice d'une absence de dépolymérisation de cette molécule. Une solution de ClLi 0,5 M possède donc une constante cryoscopique de 21,4. Il n'en avait pas été fait de mesure par voie indirecte.

b. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions de ClLi 1,225 M. On a de même :

Concentration.	Poids pour 100g d'eau.	Δc.	K_c.	
	g	°		
0,125	1,714	0,322	24,86	K_c moyen = 25,00
0,250	3,482	0,653	24,84	
0,375	5,309	1,015	25,32	
0,500	7,191	1,351	24,87	
0,550	7,962	1,513	25,15	
0,625	9,138	1,726	25,00	

L'abaissement cryoscopique de ClLi pur 1,225 M est, 4°,978. On voit que là encore le paramètre K_c est constant aux erreurs d'expériences près et l'on peut dire que la molécule de paraldéhyde est stable dans les solutions de ClLi 1,225 M. Ces solutions sont caractérisées par la constante $K_c = 25,00$. Des déterminations indirectes de cette constante n'avaient pas été faites.

II. *Solutions de chlorure de magnésium. — c. Cryoscopie du paraldéhyde daus les solutions de* Cl^2Mg 0,25 M. On a :

Concentration.	Poids pour 100g d'eau.	ΔC.	K_c.	
	g	°		
0,125	1,682	0,272	21,36	K_c moyen = 21,31
0,250	3,417	0,553	21,37	
0,375	5,209	0,849	21,51	
0,500	7,056	1,127	21,08	
0,625	8,966	1,443	21,24	
0,750	10,940	1,765	21,30	

Pour Cl^2Mg pur 0,25 M, l'abaissement ΔC = 1°,290. Le paraldéhyde est donc stable dans les solutions de Cl^2Mg 0,25 M, et ce dernier milieu possède une constante cryoscopique K_c = 21,3. Par des mesures indirectes, M. Tuttle [1] avait obtenu 23,6. La différence est assez notable.

d. Cryoscopie du paraldéhyde dans les solutions de Cl^2Mg 0,6125 M. — On a :

Concentration.	Poids pour 100g d'eau.	ΔC.	K_c.	
	g	°		
0,125	1,696	0,333	25,88	K_c moyen = 25,92
0,250	3,442	0,674	25,85	
0,375	5,248	1,035	26,04	
0,500	7,108	1,397	25,95	
0,550	7,870	1,544	25,90	

Pour Cl^2Mg pur 0,6125 M, ΔC = 3°,490. Le paraldéhyde est donc stable dans les solutions de Cl^2Mg 0,6125 M et la constante cryoscopique de ce milieu est 25,9. M. Tuttle avait trouvé 28,8 par voie indirecte. Là encore, l'écart est assez notable.

Nous ajouterons enfin que, depuis que nous avons publié nos résultats relatifs aux solutions de chlorures de calcium et de strontium, nous avons reconnu que les valeurs indiquées étaient un peu trop élevées, par suite d'une légère dépolymérisation éprouvée au cours du temps par le paraldéhyde qui nous avait servi. Les nouvelles constantes cryoscopiques sont :

Pour Cl^2Ca 0,25 M : K_c = 21,50 au lieu de 22,40 indiquée antérieurement
Pour Cl^2Ca 0,6125 M : K_c = 26,44 au lieu de 27,67 indiquée antérieurement
Pour Cl^2Sr 0,25 M : K_c = 22,11 au lieu de 22,99 indiquée antérieurement
Pour Cl^2Sr 0,6125 M : K_c = 27,41 au lieu de 28,53 indiquée antérieurement

---

(1) Ch. Tuttle, *Journ. de Chim. Phys.*, 27, 1930, p. 307-328.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'association moléculaire et l'optimum de fluorescence des solutions. Influence des sels.* Note de M. **Francis Perrin**, présentée par M. Jean Perrin.

1. On sait que le rendement lumineux de la fluorescence d'une solution décroît constamment, et tend généralement vers zéro, à mesure que la concentration de la substance fluorescente augmente, l'intensité de fluorescence rapportée à l'unité de volume passant par un maximum pour une certaine concentration optimum. L'explication de ce fait par *la seule* considération de désactivations cinétiques induites (o chocs de seconde espèce) ([1]), intervenant en milieu fluide lorsque dans le voisinage d'une molécule activée se trouve une molécule ordinaire de même nature (Jean Perrin), ne suffit pas pour rendre compte simplement de la grandeur, ni même souvent du sens des variations considérables de la concentration optimum observées pour une même substance dissoute dans divers solvants. La valeur de la concentration optimum ne devrait alors en effet dépendre en première approximation que de la viscosité, qui fixe le coefficient de diffusion et peut-être la probabilité de désactivation induite à chaque distance.

Or, par exemple, pour les solutions de fluorescéine, la concentration optimum est beaucoup plus forte dans l'alcool que dans l'eau (viscosités comparables), elle est à peu près la même dans l'eau et dans un sirop de glucose deux mille fois plus visqueux, tandis qu'elle est beaucoup plus forte dans la glycérine (viscosité intermédiaire), etc. La viscosité n'est donc pas le facteur principal qui intervienne dans les variations de la concentration optimum.

2. Reprenant une ancienne hypothèse de B. Walter ([2]), d'après laquelle l'extinction des fluorescences dans les solutions concentrées serait due à l'association des molécules dissoutes, W. L. Lewschin ([3]), puis A. W. Bannow ([4]), ont montré qu'une telle association, décelée par les modifications du spectre d'absorption (apparition d'une bande nouvelle aux fortes con-

---

([1]) Jean Perrin, 2e *Conseil de Chimie Solvay*, Bruxelles 1924. — S. J. Wawilow. *Zeits. f. Phys.*, 31, 1925, p. 750.

([2]) B. Walter, *Wied. Ann.*, 36, 1889, p. 518.

([3]) W. L. Lewschin, *Zeits. f. Phys.*, 43, 1927, p. 230.

([4]) A. W. Bannow, *Zeits. f. Phys.*, 58, 1929, p. 811.

centrations) existe en effet souvent, et qu'elle est beaucoup plus importante dans les solvants où la décroissance du pouvoir fluorescent est rapide (eau) que dans ceux où elle est lente (alcool).

3. Dans le même sens, j'ai observé que l'addition, en quantité notable, à des solutions fluorescentes aqueuses, de sels n'ayant pas ou peu d'influence sur les pouvoirs fluorescents maximums des substances fluorescentes très diluées, augmente à la fois la rapidité de décroissance du pouvoir fluorescent et l'importance de l'association. Le tableau ci-dessous donne, pour diverses concentrations, les pouvoirs fluorescents relatifs Φ_{I} et Φ_{II} de la fluorescéine (sel de potassium) dissoute dans l'eau, ou dans une solution aqueuse 3,9 fois normale en chlorure de potassium (toutes les solutions étant rendues alcalines par une teneur décinormale de carbonate de potassium); dans la dernière colonne sont indiquées les concentrations optimum correspondantes.

c gr/cm³	10^{-4}	2.10^{-4}	10^{-3}	2.10^{-3}	5.10^{-3}	10^{-2}	c_m
Φ_{I}	1,00	1,05	0,93	0,65	0,217	0,048	$2,74.10^{-3}$
Φ_{II}	0,89	0,81	0,46	0,23	0,052	0,012	$1,42.10^{-3}$

Pour une concentration de 1 pour 100 en fluorescéine l'association, qui se traduit par une simple bosse sur la courbe d'absorption dans la solution exempte de KCl, donne naissance en présence de 3,9 $\mathcal{N}$ KCl à une deuxième bande nettement distincte (maximum à $0^{\mu},468$ tandis que la bande principale a son maximum à $0^{\mu},492$).

4. L'association moléculaire semble donc bien jouer un rôle important dans la décroissance des pouvoirs fluorescents. Il ne suffit pourtant pas d'admettre, pour expliquer les décroissances observées, que simplement les molécules associées, tout en continuant d'absorber la lumière, cessent de pouvoir en réémettre (une désactivation induite se produisant toujours pour ces molécules par suite de la proximité maximum d'une molécule semblable). La proportion de molécules associées, bien que mal connue, est certainement insuffisante.

Mais si l'on se rappelle qu'il peut se produire des transferts d'activation entre molécules semblables à des distances atteignant plusieurs fois le diamètre de choc [(comme le prouve, d'accord avec la théorie, la décroissance de la polarisation de fluorescence quand la concentration croît (1)], on conçoit qu'il suffise qu'une molécule simple activée se trouve à proximité d'un groupe de deux ou plusieurs molécules semblables associées, pour que

(1) F. Perrin, *Ann. de Phys.*, **12**, 1929, p. 250.

puisse se produire, vers une de ces molécules, un transfert d'activation suivi d'une désactivation induite immédiate. Les molécules associées interviendraient donc doublement dans l'extinction de la fluorescence, un peu directement et beaucoup par l'intermédiaire de transfert d'activation.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire qu'une association moléculaire existe dans les solutions concentrées pour que se manifeste un optimum de fluorescence. Dans le cas, en effet, où l'extinction de la fluorescence dépend de la présence de molécules associées, une élévation de température, qui produit toujours une dissociation ([1]), doit augmenter le pouvoir fluorescent; c'est bien ce qui s'observe dans les solutions aqueuses. Mais si au contraire l'association est négligeable et si les désactivations induites se produisent entre molécules libres, l'élévation de température qui active la diffusion et augmente le nombre des rencontres entre molécules dissoutes, doit diminuer le pouvoir fluorescent des solutions concentrées; or une telle diminution s'observe notamment pour les solutions dans l'alcool ($c_m = 14.10^{-3}$ à 20° pour la fluorescéine). Les transferts d'activation peuvent d'ailleurs jouer un rôle encore dans ce cas, si bien qu'il est possible que la désactivation induite se produise toujours entre des molécules très peu distantes (associées ou non), conformément aux indications qualitatives des théories d'interaction entre molécules normale et activée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement accompagnant l'hydratation du sulfate de quinine.* Note de MM. **Maurice Curie** et **M. Prost**, présentée par M. J. Perrin.

L'hydratation du sulfate de quinine est accompagnée d'un rayonnement (Le Bon, Miss Gates, M. de Broglie et Brizard, G. Schmidt, Mlle Chamié).

La nature de ce rayonnement n'a pas encore été établie. La difficulté provient surtout de son extrême facilité d'absorption. Dans les mesures faites jusqu'à présent le sulfate de quinine était directement placé sur une électrode de la « chambre d'ionisation ».

Nous avons opéré dans une enceinte vide d'air qui pouvait être mise en communication avec une source de vapeur d'eau à basse pression (glace refroidie à — 15°). Une couche mince de sulfate de quinine était disposée à

([1]) Une association endothermique ne saurait augmenter le nombre des couples de molécules se trouvant à faible distance l'une de l'autre, et ne pourrait par suite augmenter l'importance des désactivations induites.

1^{mm} au-dessous d'une paire d'électrodes distantes de 2^{cm}. L'une de ces électrodes était une grille permettant l'accès du rayonnement; cette grille était reliée à un dispositif de mesures (électromètre et quartz piézo-électrique). L'autre électrode était portée à un potentiel de 200 volts.

Nous avons observé les intensités de courant suivantes :

Disque de sulfate de quinine de 4^{cm} de diamètre; densité de 12^{mg} par centimètre carré. Pression de la vapeur d'eau voisine de 1^{mm}.

Les temps sont comptés à partir de la mise en communication avec la source de vapeur d'eau.

Temps en minutes.	Intensité du courant en U. E. S.
1/4	$24 \cdot 10^{-3}$
1/2	42 »
1	74 »
2	148 »
4	198 »
6	258 »
8	254 »
10	110 »
12	23 »
14	6 »
16	1,3 »

A la pression de 1^{mm}, nous avons donc observé un parcours de rayonnement supérieur à 1^{mm}. A des pressions de quelques millimètres, on n'observe plus de courant.

Ainsi donc le parcours du rayonnement paraît être de l'ordre du millième de millimètre dans l'air, à la pression atmosphérique.

Nous espérons que ce dispositif nous permettra de poursuivre l'étude de ce rayonnement, en particulier par l'action d'un champ magnétique.

On peut en effet supposer l'existence d'un rayonnement ultraviolet ionisant très absorbable, ou, comme plus probable, l'émulsion simultanée de charges positives et négatives. Dans cette dernière hypothèse, la double émission se différencierait de celle de l'oxydation du phosphore en ce sens qu'il n'y aurait pas de projection de matière, pas d'émission de gros ions (de Broglie et Brizard) [1].

D'autre part nous pensons préciser par notre dispositif, le rapport de la quantité d'électricité dégagée pendant l'hydratation au nombre de molécules hydratés; ce rapport paraît être anormalement faible (Mlle Chamié) [2].

---

(1) M. DE BROGLIE et BRIZARD, *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 855.

(2) Mlle CHAMIÉ, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 204.

COLLOIDES. — *Sur la détermination de la charge micellaire.* Note [1] de Mlle **Sabine Filitti**, présentée par M. Jean Perrin.

I. La surface de l'eau contenant en dissolution une base ou un acide possède un potentiel électrique notable respectivement négatif ou positif, dû à une aglomération des ions OH^- ou H^+ qui sont projetés par l'agitation thermique des molécules vers les limites de discontinuité de la phase liquide [2]. C'est par ce mécanisme que les particules solides et même les bulles gazeuses en suspension dans l'eau s'électrisent négativement ou positivement suivant la réaction du système. Ce phénomène, connu depuis les travaux de M. Jean Perrin (Jean Perrin, *Journ. Chim. phys.*, 1904-1905; *Notice scientifique*, 1923, p. 25; voir également Mlle Choucroun, *Journ. Chim. phys.*, 20, 1923, p. 352), sous le nom d'électrisation de contact, est d'une portée très générale et présente un grand intérêt pour l'étude des systèmes dispersés, car c'est lui qui, dans la plupart des cas, détermine le signe et la grandeur de la charge micellaire. Or un nombre considérable de propriétés physico-chimiques d'un colloïde (viscosité, gonflement, facteur d'hydratation, etc.) sont étroitement liées à cette charge granulaire [3] dont la détermination expérimentale présente par conséquent un intérêt évident.

II. En mesurant la vitesse de translation que prend une particule colloïde chargée par un milieu de viscosité et pouvoir inducteur spécifique donnés, sous l'influence d'un champ électrique et en appliquant une relation d'Helmholtz, on peut déterminer le moment de l'atmosphère électrisée, c'est-à-dire le produit entre sa densité électrique et son épaisseur [3]. Des renseignements plus complets peuvent être obtenus par une méthode indiquée par N. Marinesco, qui consiste en la mesure de la variation de pH produite dans le milieu dispersant par une masse donnée de corps dissous ou dispersé [4]. Plus exactement si C_1 est la concentration ionique du liquide dispersant pur, C_2 la concentration ionique du système contenant en suspension ou en dissolution C_3 molécules-grammes de corps, le nombre n d'ions absorbés par une molécule ou par une particule est donné par la rélation :

$$\frac{C_1 - C_2}{C_3} = n \tag{1}$$

---

[1] Séance du 22 juin 1931.

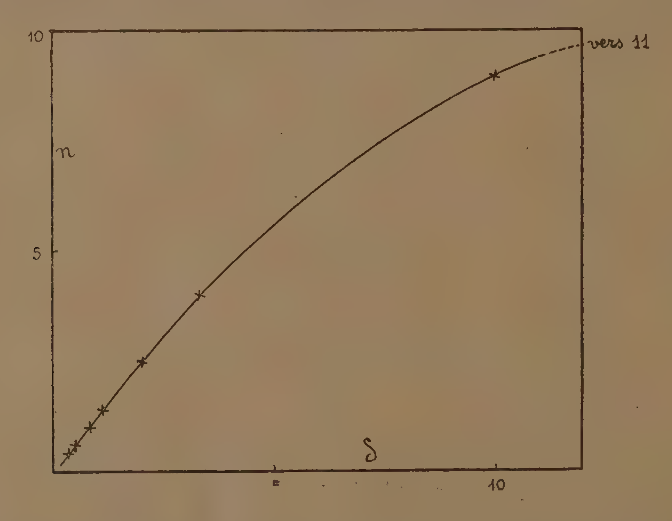
[2] Jean Perrin, *Premier Congrès de Chimie Solvay* (Bruxelles), 1922, p. 279.

[3] N. Marinesco, *Jour. Chim. phys.*, 28, II, 1931, p. 81, 82, 90.

[4] Marinesco, *Journ. Chim. phys.*, 24, IX, 1927, p. 613-614.

III. J'ai appliqué cette méthode, sur le conseil de M. Marinesco, à des solutions alcalines de rouge Congo, rose bengale, éosine, ainsi qu'à des suspensions de charbon animal. Les colorants ont été utilisés à l'état de sels de soude qui sont des corps très peu ionisés dans l'eau pure ([1]); par suite en présence d'une base forte comme $NaOH$ $n/100$ leur degré propre d'ionisation est sans doute pratiquement nul. Quant au charbon animal pour analyse de Merck, il a été encore lavé longuement à l'eau bouillante, ensuite désséché à 150° dans le vide.

On obtient en général une chute très rapide du pH du milieu dispersant



en ajoutant relativement très peu d'une de ces substances. Par exemple une solution de KOH de pH = 11,6 diminue d'alcalinité à pH = 9,6 en ajoutant $0^{gr},4$ pour 100 de rouge Congo; le pH tombe encore de 11,7 à 9,1 pour 0,3 pour 100 d'éosine et enfin de 11,7 à 8,3 pour 0,5 pour 100 de rose bengale. Mais dans tous les cas, l'abaissement relatif d'alcalinité est beaucoup plus grand pour les faibles concentrations en corps dissous. Ainsi le nombre d'ions adsorbés croît rapidement quand la dilution ($\delta = 1/\text{conc.}$ en Gr. pour 100) du système en corps dissous croît, et tend vers une limite pour une dilution suffisamment grande. Le diagramme suivant se rapporte au rose bengale dont le nombre maximum d'ions adsorbés est environ 11.

Les autres colorants étudiés réclament des dilutions encore plus grandes

---

([1]) N. Marinesco, *Journ. Chim. Phys.*, **24**, ix, 1927, p. 602-612.

pour arriver à la limite supérieure du nombre n. Les suspensions de charbon animal diminuent beaucoup plus lentement l'alcalinité du milieu dispersant, sans doute à cause de leur degré de dispersion trop grossièr; alors que 0,5 pour 100 de rose bengale diminue le pH de plus de trois unités, 1 pour 100 de charbon animal en suspension produit à peine un abaissement de pH, 20 fois plus petit. C'est évidemment une question de surface offerte par le corps dispersé à la phase liquide. Car dans le cas des colorants la dispersion est presque moléculaire par suite la surface adsorbante est beaucoup plus grande que celle d'une masse égale de poudre de charbon.

En résumé, il est parfaitement possible de déterminer la charge granulaire d'un colloïde non ionisé et de poids micellaire connu, en mesurant la chute de pH produite dans le milieu dispersant par une masse donnée de corps dissous. Comme généralement le degré de dispersion des colloïdes varie avec la concentration il résulte que la surface susceptible de se charger par électrisation de contact varie également; par suite pour plus de précision, la charge ainsi déterminée doit être accompagnée du degré de dispersion de la substance dissoute s'il ne s'agit pas d'un système suffisament dilué pour atteindre la valeur limite maxima de cette charge.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du fluor.*

Note de M. **P. Mougnaud**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Parmi les méthodes assez nombreuses qui ont été proposées pour le dosage du fluor, celle qui repose sur la pesée du fluorure de calcium a fait l'objet des recherches les plus nombreuses, malgré les difficultés qu'elle présente.

Nous avons repris leur étude critique en portant surtout notre attention sur la méthode classique de Rose et sur celle que MM. Carrière et Rouanet [1] ont proposée tout récemment. Tandis que Rose précipite le fluorure en même temps que du carbonate de calcium, qu'il élimine ensuite par action de l'acide acétique, ces derniers auteurs le précipitent en milieu ammoniacal.

Pour apprécier la valeur comparative de ces techniques, nous devions tout d'abord reprendre l'étude de la solubilité du fluorure de calcium dans différents milieux et celle de sa résistance à l'action de la chaleur, dans les

---

[1] Carrière et Rouanet, *Comptes rendus* 189, 1929, p. 1281.

conditions habituellement réalisées pour un dosage. Adolph ([1]), en particulier, signale que ce produit est toujours alcalin lorsqu'il a été chauffé, car il augmente de poids après traitement par l'acide fluorhydrique.

Stabilité du fluorure de calcium à la chaleur. — C'est ce dernier point de vue que nous avons d'abord envisagé. Dans ce but, nous avons préparé du fluorure de calcium par la méthode qui intervient dans le procédé de dosage de Rose, en précipitant simultanément du fluorure et du carbonate, calcinant le précipité mixte après lavage et le traitant par de l'acide acétique. Dans ces conditions, le lavage pour élimination de l'acétate de calcium est très difficile. S'il est incomplet, on constate une perte de poids dans la première période du chauffage seulement.

La perte totale subie pour un précipité pesant primitivement $1^g,638$ a été de $0^g,0039$.

Cette perte de poids, de l'ordre de 0,2 pour 100 est due à la décomposition d'acétate de calcium avec production de chaux. Le résidu est en effet alcalin à la phtaléine.

Pour éliminer cette impureté, nous avons traité le produit par de l'acide fluorhydrique, nous l'avons lavé et séché à poids constant à 110°. Après chauffage pendant deux heures à 800°, la perte de poids observée a été de $0^g,002$, c'est-à-dire négligeable. En outre, le fluorure de calcium obtenu s'est montré neutre à la phtaléine du phénol.

Cette expérience démontre que le fluorure de calcium est stable à la calcination à 800°, en creuset couvert, s'il est bien pur. La même observation a pu être faite avec de la fluorine naturelle.

Précipitation en milieu ammoniacal. — Nous avons constaté qu'une solution d'ammoniaque exempte de carbonate, additionnée de chlorure de calcium, se trouble lentement par une ébullition maintenue quelques minutes. Le trouble est dû à la précipitation de carbonate de calcium produit par action du gaz carbonique de l'air. Ce point acquis, nous avons repris les expériences de Carrière et Rouanet en effectuant la précipitation du fluorure en milieu ammoniacal. Le précipité a été séparé par centrifugation, lavé avec toutes les précautions utiles, et nous avons cependant observé dans les dosages des erreurs par excès, pouvant atteindre 4,46 pour 100.

D'autre part le fluorure de calcium recueilli après calcination s'est montré

([1]) Adolph, *Journ. Am. chem. Soc.*, 37, 1915, p. 2500.

alcalin à la phtaléine de phénol, par suite de la présence de chaux libre. La méthode de précipitation en milieu ammoniacal est donc à rejeter.

Solubilité. — Nous avons trouvé pour la solubilité dans l'eau du fluorure de calcium, précipité et séché à 100° : $18^{mg},3$ à 18° (moyenne de 4 déterminations). Pour le fluorure calciné : $15^{mg},1$ (moyenne de 3 expériences).

Nous avons en outre mesuré la solubilité du fluorure non calciné dans différents milieux pouvant intervenir dans les dosages. Voici les valeurs trouvées (F^2Ca dissous par litre de solution, en milligrammes) :

Concentrations des solutions.	Acide acétique.	Chlorure d'ammonium.	Acétate d'ammonium.	Ammoniaque.
0,083 N	30,8			
0,166	38,3			
0,25		20,8		
0,333	40,7		20,3	
0,35				
0,50		25,8		
0,71			21,9	
0,833	49,8			
1		27,8		17,6
1,42			34,5	
1,66	58,6	27,8	25,5	17,5

L'acide acétique et les sels ammoniacaux augmentent donc sensiblement la solubilité déjà appréciable du fluorure dans l'eau.

Action de l'acide acétique sur le fluorure. — D'autre part, dans la deuxième partie du dosage par la méthode de Rose, on évapore une liqueur acétique au contact du fluorure de calcium. Nous avons constaté que cette technique présente un grave inconvénient, l'acide acétique se concentrant par évaporation. La concentration en acide acétique passe ainsi par exemple de 1 à 20 pour 100 après évaporation de 375^{cm^3} à $0^{cm^3},25$. Dans ces conditions il attaque alors le fluorure en dégageant de l'acide fluorhydrique. Ce fait suffit à expliquer les différences par défaut que l'on observe régulièrement par ce procédé et qui sont toujours supérieures à celle que l'on peut attendre de la solubilité du fluorure dans l'eau.

En résumé, si la méthode de précipitation en milieu ammoniacal est nettement à rejeter, la technique de Rose présente des inconvénients sérieux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le permanganate de potassium.* Note [1] de Mlle **M.-L. Delwaulle**, présentée par M. G. Urbain.

On sait que le gaz hydrogène réagit sur le permanganate de potassium en solution, que celle-ci soit acide, alcaline ou neutre. Wilke et Kuhn [2], qui ont étudié cette action, ont donné des résultats relatifs à la vitesse d'absorption du gaz, sans trop insister sur les produits de la réaction tels que le manganate et le bioxyde de manganèse.

Il nous a paru intéressant de reprendre l'étude au point de vue de la vitesse de la réaction et des produits formés.

Le contact de la solution et du gaz a été réalisé de deux façons :

1° *Par barbottage.* — Une vitesse sensiblement constante du passage des bulles était assurée, et l'on mesurait, après des intervalles de temps égaux, la diminution du pouvoir oxydant d'un volume déterminé du liquide. Le contenu du barboteur était versé dans un excès d'acide oxalique titré, additionné d'acide sulfurique. Une partie de l'acide oxalique était détruite; le reste était déterminé par un titrage au permanganate.

2° *Par agitation mécanique d'une burette contenant les deux corps.* — Le volume gazeux disparu à des intervalles de temps égaux était mesuré. Après chaque opération la pression du gaz était rétablie à sa valeur initiale.

Nous considérerons successivement les solutions acides, neutres et alcalines.

Milieu acide. — Il apparaît rapidement un produit noir finement pulvérulent qui se rassemble bien. La liqueur surnageante est limpide. La réaction est régulière, le liquide renferme exclusivement du permanganate, la phase solide se compose de bioxyde de manganèse. On arrive finalement à la décoloration totale.

Pour une liqueur donnée, le pouvoir oxydant diminue régulièrement avec le temps. Pour des doses croissantes d'acide, la vitesse de réduction croît d'abord assez rapidement puis atteint une limite. En opérant par agitation on met en évidence un dégagement d'oxygène qui peut

(1) Séance du 22 juin 1931.

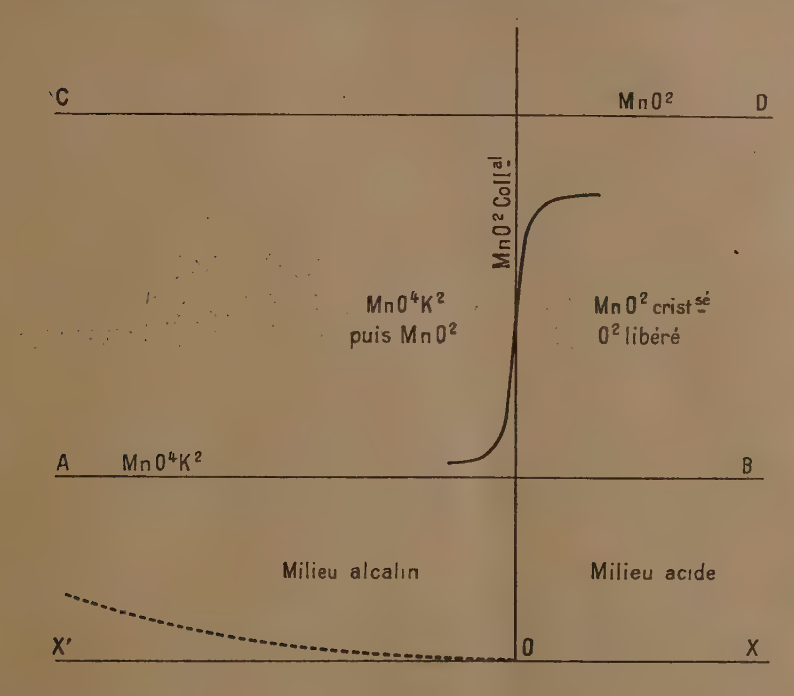
(2) *Zeit. Phys. Chem.*, **113**, 1924, p. 313.

s'expliquer par les deux réactions simultanées :

$$2\,MnO^4K + 3\,H^2 = 2\,MnO^2 + 2\,KOH + 2\,H^2O,$$
$$4\,MnO^4K + 2\,H^2O = 4\,MnO^2 + 4\,KOH + 3\,O^2.$$

L'acide libre sature l'alcali formé.

Milieu neutre. — En milieu neutre la solution de permanganate se trouble



rapidement par l'action de H^2 ; elle devient d'abord rouge vineux puis brunâtre, il n'y apparaît jamais de produit solide. Il y a encore transformation totale du permanganate en bioxyde, mais celui-ci est colloïdal. L'addition d'un sel comme NaCl précipite ce corps. Il n'y a jamais libération de O^2.

Milieu basique. — Si la teneur en potasse est suffisante, la solution commence par verdir sans qu'il apparaisse de produit solide. Cette transformation étant complètement achevée, le pouvoir oxydant de la solution correspond à la formation de manganate. Alors apparaissent des produits bruns, et il faut un temps très long pour arriver à la décoloration totale. Finalement on a du bioxyde de manganèse.

On peut résumer les résultats obtenus par le diagramme ci-dessus, qui se

rapporte au cas où le gaz a circulé toujours avec la même vitesse pendant 11 heures et demie. En abscisses on porte des longueurs proportionnelles aux nombres d'ions H^+ (suivant OX) et d'ions OH^- (suivant OY), en ordonnées les nombres de centimètres cubes de MnO^4K qu'il faut ajouter pour parfaire l'oxydation de l'acide oxalique comme il a été dit plus haut. La courbe en pointillé correspond à la transformation directe du permanganate en manganate sans intervention de H^2. L'ordonnée de AB correspond à la transformation totale en MnO^4K^2, celle de CD à la transformation en MnO^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure du sulfite acide d'éthyle et sur les sulfites neutres d'alcoyle mixtes.* Note de MM. **P. Carré** et **P. Mauclère**, présentée par M. G. Urbain.

D'après Michaelis et Wagner [1] le pentachlorure de phosphore réagit sur le sulfite neutre d'éthyle, à la température ordinaire, suivant l'équation

$$SO(OC^2H^5)^2 + PCl^5 = POCl^3 + C^2H^5Cl + SO\begin{cases}Cl\\OC^2H^5\end{cases},$$

avec production du chlorure du sulfite acide d'éthyle, isomère du chlorure de l'acide éthylsulfonique $C^2H^5SO^2Cl$, distillant à 171°, de Gerhardt et Chancel [2]. Ce chlorure du sulfite acide d'éthyle, décrit comme impur, se trouverait dans une portion distillant entre 120 et 125°, sous la pression ordinaire, ce qui paraît un peu surprenant si l'on remarque que la plupart des chlorures de sulfites acides d'alcoyle se décomposent au-dessous de 100° avec dégagement de gaz sulfureux.

Le chlorure du sulfite acide d'éthyle n'a pu être obtenu par Carius [3], en faisant réagir le chlorure de thionyle sur l'alcool. Nous avons réussi à mettre sa formation en évidence en traitant l'alcool (1^{mol}) par le chlorure de thionyle (1^{mol}) en présence de pyridine (1^{mol}) au voisinage de 0°. Il ne peut être séparé du chlorhydrate de pyridine formé en même temps; il commence à se décomposer, vers 18°, en gaz sulfureux et chlorure d'éthyle. Son existence est démontrée par sa réaction sur les alcools avec production de sulfite neutre d'éthyle et d'alcoyle mixte, ainsi qu'il est dit plus loin.

---

(1) Michaelis et Wagner, *Ber. deutsch. Chem. Ges.*, 7, 1874, p. 1074.

(2) Gerhardt et Chancel, *Comptes rendus*, 35, 1852, p. 693.

(3) Carius, *Lieb. Ann.*, 111, 1859, p. 95.

La facile décomposition du chlorure du sulfite acide d'éthyle nous a conduit à examiner de nouveau la réaction du pentachlorure de phosphore sur le sulfite neutre d'éthyle.

Lorsqu'on ajoute 1 molécule de sulfite neutre d'éthyle [1] à 2 molécules de pentachlorure de phosphore, il se produit une vive réaction avec dégagement de gaz sulfureux et de chlorure d'éthyle; par distillation on sépare du chlorure de thionyle; on isole bien aussi une portion distillant entre 120 et 125°, mais la composition de cette dernière ne correspond pas du tout à celle du chlorure du sulfite acide d'éthyle (le dosage du chlore a donné 54 pour 100 au lieu de 25,5 pour 100); cette portion contient principalement de l'oxychlorure de phosphore mélangé de produits de points d'ébullition plus élevés.

La réaction du pentachlorure de phosphore sur le sulfite neutre d'éthyle ne donne donc pas de chlorure du sulfite acide d'éthyle, elle donne du gaz sulfureux, du chlorure de thionyle et du chlorure d'éthyle, suivant les équations :

$$SO(OC^2H^5)^2 + PCl^5 = POCl^3 + SO^2 + 2C^2H^5Cl,$$
$$SO(OC^2H^5)^2 + 2PCl^5 = 2POCl^3 + SOCl^2 + 2C^2H^5Cl.$$

Le chlorure du sulfite acide d'éthyle formé dans la réaction du chlorure de thionyle sur l'alcool, en présence d'une quantité équimoléculaire de pyridine, ne paraît pas réagir sur les alcools purs, mais il réagit facilement sur une seconde molécule d'alcool, en présence d'une seconde molécule de pyridine, pour donner des sulfites neutres d'éthyle et d'alcoyle, suivant l'équation :

$$SO(OC^2H^5)Cl + R.OH + Py = SO(OC^2H^5)(OR) + Py.HCl.$$

Cette réaction fournit une préparation commode des sulfites neutres d'alcoyle mixtes, dont deux seulement étaient connus jusqu'à présent.

On mélange 1 molécule d'alcool et 1 molécule de pyridine, on ajoute peu à peu, au voisinage de 0°, 1 molécule de chlorure de thionyle; on ajoute ensuite une molécule d'un autre alcool, puis, en refroidissant, une seconde molécule de pyridine. On reprend par l'eau glacée, il se sépare une huile qui est décantée, séchée sur le sulfate de sodium anhydre, et rectifiée dans le vide. Nous avons ainsi préparé :

1° Le sulfite neutre de méthyle et d'éthyle $SO(OCH^3)(OC^2H^5)$, distillant à 52-53 sous 14^{mm}, et à 140-142° sous la pression ordinaire, en se décomposant partiellement; ce composé a déjà été obtenu d'autre façon par Carius (*loc. cit.*, p. 103);

---

[1] Le sulfite neutre d'éthyle $SO(OC^2H^5)^2$, distillant à 160°, s'obtient très facilement en ajoutant 1 molécule de chlorure de thionyle à un mélange de 2 molécules d'alcool avec 2 molécules de pyridine.

2° Le sulfite neutre de méthyle et de n-butyle $SO(OCH^3)(OC^4H^9)$, distillant à 86-88° sous 14^{mm};

3° Le sulfite neutre d'éthyle et de n-butyle $SO(OC^2H^5)(OC^4H^9)$, distillant à 94-96° sous 14^{mm};

4° Le sulfite neutre de n-propyle et de n-butyle $SO(OC^3H^7)(OC^4H^9)$, distillant à 102-104° sous 15^{mm}.

Ces sulfites mixtes sont des liquides incolores, stables, sauf les sulfites de méthyle et d'alcoyle qui se troublent peu à peu. Leur constitution est démontrée par leur saponification facile en sulfite de sodium et alcools.

LITHOLOGIE. — *Sur la diffusion de la silice pendant la formation des jaspes de Corse.* Note de M. **Paul Jodot**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Des jaspes noirs glauconieux, sériciteux et très épais, d'âge Albien, existent au nord-ouest de la Corse; ils se présentent sous forme de bancs durs alternant régulièrement avec les schistes. Bien qu'ils soient d'aspect jaspoïde et homogène, leur partie médiane est encore calcaire.

Le calcaire microlitique contient des Radiolaires : Spumellaria (AC.) et Nasselaria : cf. *Dictyomitra* (R.) et parfois des Miliolidæ. L'épigénie du calcaire en jaspe se fait assez rapidement sous forme de calcédoine monoréfringente et de calcédonite à l'emplacement des organismes. A la base de la zone calcaire, le jaspe largement développé sur 10 à 15^{cm} atteint 3 à 4 fois la hauteur de la roche mère, et renferme : *Cenosphaera* (C), *Thecosphaera* Haeckel, *Lithocyelia justa* Rust, du Gault de Zilli (Saxe), un genre avec piquant cf. *Monostylas* Cayeux, un autre de la famille des Porodiscida, Nasselaria : aff. *Lithocampe*, *Dictyomitra* Textularidæ (AC.), plaquettes percées d'Holoturies (localisées), Ptéropode (TR.), spicules de Spongiaires (?). Par contre, à la partie supérieure, 2 à 3^{mm} seulement de jaspe séparent la zone calcaire des schistes lités qui surmontent les bancs durs auxquels ils passent sans interruption pétrographique. A leur base, ces schistes noirs avec phyllites et sans glauconie sont silicifiés sur 1 à 2^{cm} et montrent des spicules de spongiaires (TC.), des Foraminifères (AR.) et *Cenosphaera* (TR.); tandis que plus haut, ces mêmes schistes, encore calcaires, contiennent moins de Spongiaires (AC.) et des Foraminifères (TR.), mais pas un seul Radiolaire.

La présence des Spongiaires étant incertaine dans les jaspes, la silice aurait son origine dans les seuls Radiolaires, et comme ces coquilles sont

réparties régulièrement dans la roche, la silice libérée de ces organismes aurait dû épigéniser la calcite du calcaire sur une épaisseur identique aussi bien au-dessus qu'en dessous de la roche mère; d'autre part, le jaspe de la partie supérieure du calcaire devrait avoir une hauteur importante, puisqu'il pouvait profiter du surplus de la silice libérée par les nombreux Spongiaires des schistes silicifiés qui leur font pétrographiquement suite : or, on constate le contraire ; il existe donc des *particularités spéciales qui influencent dans les jaspes la diffusion de la silice.*

A priori il paraît difficile de prouver que la silice issue des Radiolaires possède une composition spéciale, et des caractères physico-chimiques différents de celle libérée par les Spongiaires, qui se présente de la même façon ; donc, pour ne pas compliquer le problème, on admettra, pour le moment, l'identité de ces deux silices.

Examinons maintenant les deux couches de jaspes : 1° au-dessous de la roche mère, la transformation en jaspe se fait en profondeur et sans difficulté, de bas en haut, comme dans le phénomène de la meulièrisation des calcaires lacustres ; 2° au-dessus du calcaire, la silice ne paraît pas s'être comportée de la même manière, et sa progression a été incontestablement gênée; tout porte à croire qu'il faut en chercher la raison dans la présence de la matière argileuse et phylliteuse des schistes supérieurs.

Cette observation se trouve confirmée :

1° Par des recherches effectuées dans un tout autre domaine [PAUL JODOT, *Résultats généraux d'une étude micrographique sur les revêtements des chaussées silicatées.* (*Ann. des Ponts et Chaussées*, 1929, p. 242-258)] : une solution de silicate de soude sous l'influence de CO^2 se dédouble pendant sa cristallisation : 1° en soude, qui donne avec CO^2 du carbonate de soude hydraté; 2° en calcédonite α et en silice isotrope; puis tous ces corps se combinent à nouveau en $SiO^2 : Na^2O$. Or cette combinaison est influencée d'une façon directe et manifeste, parfois pendant assez longtemps, par la présence de « matière argileuse » et par le contact de débris organiques.

2° Par la présence de la calcédonite substituée aux organismes dans la plupart des roches siliceuses : silex, chailles, jaspes, etc. On sait qu'au début de l'épigénie d'un calcaire, la silice, libérée par les organismes siliceux, se substitue à la calcite la plus pure représentée soit par des organismes, soit par des cristaux.

D'après ces observations l'épigénie d'un calcaire traverserait les phases suivantes :

1° La silice prend possession de la calcite la plus pure (organisme ou cristaux) y cristallise en calcédonite α instable, qui, par la suite, se transforme en calcédonite β stable.

2° Si la silice n'est pas très pure, la calcédonite α donne naissance à une plage de silice isotrope.

3° Le calcaire est épigénisé progressivement, mais avec des retard de cristallisation dès que les impuretés se multiplient.

4° Au contact de la matière argilo-phylliteuse, la silice marquera un temps d'arrêt, dû vraisemblablement à des phénomènes physico-chimiques qui nous échappent actuellement. Si l'afflux de silice est important, il surmonte l'obstacle présenté par la matière argilo-phylliteuse et la diffusion de la silice continue, sinon elle se trouve définitivement arrêtée.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des grès à Harlania et sur l'extension du silurien dans le Sahara oriental.* Note de M. **Conrad Kilian**, présentée par M. Ch. Jacob.

I. La *Harlania Halli* Goeppert a été signalée dans les grès du Sahara oriental successivement par M. Hubert dans la région de Djado ([1]), par MM. A. Lacroix et Tilho entre Faya et le pied du Koussi dans le Tibesti ([2]), par MM. Fritel et Carrier dans l'Ennedi ([3]). En outre M. Fouquet indique à In Ezzan, dans les confins Touareg-Tebou ([4]), des « cylindres plusieurs fois ramifiés avec une costulation transversale, parfois ondulés, qui seraient peut-être à rapprocher des *Harlania* ».

De la présence des *Harlania*, MM. A. Lacroix et Tilho concluaient à l'existence certaine du Silurien supérieur dans le Sahara oriental. MM. Denayer ([5]) et Fritel ([6]) se sont montrés moins affirmatifs. M. Hubert a considéré les grès comme dévoniens.

Ma dernière exploration des confins Touareg-Tebou m'a permis de constater la présence de *Harlania Halli* indiscutable à In Ezzan. Je complète ainsi les renseignements de M. Fouquet. En outre, j'ai pu établir le passage latéral de ces formations à *Harlania Halli* d'In Ezzan à des formations incontestablement siluriennes, celles d'In Djeran, localité qui se trouve à une cinquantaine de kilomètres à l'Ouest. Ici, à In Djeran, l'âge

---

([1]) *Bull. Soc. Géolog. France*, 17, 1917, p. 115, note 5.
([2]) *Comptes rendus*, 168, 1919, p. 1171.
([3]) *Bull. Soc. Géolog. France*, 24, 1924, *C. R. S.* p. 33.
([4]) *Revue Géographie Physique et Géologie dynamique*, I, Fasc. 4, 1928, p. 276.
([5]) *Bull. Soc. Géolog. France*, 24, 1924, p. 553 et 554.
([6]) *Bull. Soc. Géolog. France*, 25, 1925, p. 34 et 48.

est bien marqué par la présence d'un niveau argilo-psammitique à Diplograptidés que j'ai déjà signalé dans une communication antérieure [1].

On peut donc ranger définitivement dans le Silurien, comme l'avaient affirmé MM. A. Lacroix et Tilho, les Grès à *Harlania* qui jouent un rôle si considérable dans le Sahara oriental.

II. Les grès inférieurs des Tassilis, d'âge ordovicien, tiennent une place non encore signalée dans l'Orient de l'Ahaggar.

a. Des témoins de cette formation couronnent les monts Oursan, au nord de la vallée du Tadent, dans le territoire du Serkout.

b. Des lambeaux plus ou moins considérables de grès, qui semblent se rattacher aux grès inférieurs, sont répandus dans la région de Serouenout.

c. A partir des Amamouken, près des monts Adaf, en allant vers l'aval du Tafassasset, des grès, qui semblent bien être les grès inférieurs, occupent la majeure partie du bas-fond et ensuite du Tenéré, du Tafassasset. Puis sur toute la longueur de la transversale Tin Taourdi-Djado, se montrant dès 75^{km} à l'est de Tin Taourdi, ils ne laissent paraître les schistes cristallins que sur une quarantaine de kilomètres, à l'ouest des monts Bousselak.

Les observations qui viennent d'être mentionnées montrent que le domaine où les grès inférieurs sont conservés est plus considérable qu'on ne le supposait dans les confins Touareg Tebou. En outre, jointes à ce que l'on sait sur le Nord-Ouest (Emmidir et Ahnet-Asedjerad), sur le Sud-Ouest (Timissao) et le Sud (Tassili-N-Ahaggar), elles tendent à prouver que les grès ont recouvert tout l'actuel pays cristallin de l'Ahaggar, avant que ne s'opère le décapage par l'érosion.

PALÉONTOLOGIE. — *Comparaison des tests de Lamellibranches et de Gastropodes*. Note de M. **Couvreur**, présentée par M. L. Cayeux.

Si l'on ne considère que la morphologie des coquilles de ces deux groupes de Mollusques, il paraît difficile d'établir un lien entre elles : cependant l'analyse microscopique faite sur divers exemples actuels ou fossiles en vue de recherches pétrographiques m'a montré que les éléments anatomiques sont les mêmes pour les deux séries et que leur disposition générale en strates régulières et périodiques est comparable. Mais les Lamellibranches sont plus difficiles à comprendre que les Gastropodes, parce que, relative-

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 508.

ment, le test est beaucoup moins homogène et plus condensé. Il est différent suivant que l'on considère le bord cardinal ou le bord ventral des valves. De plus les ornementations superficielles, côtes et sillons radiaires ou concentriques si fréquents, viennent ajouter des complications au type primitif de la structure. C'est dans la région des crochets qu'il convient de chercher cette structure originelle; embryogéniquement, c'est la partie la plus ancienne et les ornements en général y sont atténués.

En outre les deux valves du Lamellibranche y sont recourbées plus ou moins fortement : la courbure de chaque crochet est double; elle tend à ramener le crochet d'abord sur le plan mitoyen des valves et ensuite vers l'avant ou vers l'arrière de la coquille (formes prosogyres ou opisthogyres). Ce dernier mouvement rappelle comme une ébauche de l'enroulement spiral du Gastropode. Or, j'ai signalé [1] que cet enroulement avait pour résultat d'appliquer sur elle-même la surface externe qui tapisse en effet l'ombilic, et qu'en conséquence de cet accolement les couches externe, moyenne et interne du test tubulaire primitif se trouvaient doublées dans l'épaisseur du test.

Or, dans les sections de crochets de valves de Lamellibranches, on observe également que *des assises à structure fasciculée, identiques à l'assise la plus superficielle, se répètent dans l'épaisseur du test.* Si l'on suit ces assises du bord dorsal (crochet) au bord ventral, on les voit se jeter les unes sur les autres, d'où des successions variées. Mais, dans le crochet, elles sont bien distinctes. Ce fait s'accorde bien avec l'idée que l'enroulement du test est identique à celui du Gastropode, au moins en ce qui concerne le mouvement proso ou opisthogyre. Puis l'enroulement avorte et, la calcification ne s'effectuant pas dans le plan de symétrie primitif, la coquille évolue vers le type bivalve. Le corps du Gastropode reste logé à l'intérieur du tube primitif. Celui du Lamellibranche émigre en quelque sorte pour se loger dans l'ombilic, et la coquille, s'accroissant symétriquement, reste extérieure à chaque valve. Dans cette hypothèse, la couche nacrée ou porcelainée de l'intérieur des valves de Lamellibranches n'a pas d'équivalent chez les Gastropodes. Ce serait une néoformation, une couche interne supplémentaire, les deux couches normales restant incluses dans l'épaisseur du test. L'ombilic est divisé en deux moitiés : une pour chaque valve. L'axe de rotation, très court, est orienté perpendiculairement au ligament.

---

[1] M. Couvreur, *Note préliminaire sur la structure des coquilles de Gastropodes* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, 151).

L'hypothèse proposée explique seule la microstructure des tests de Lamellibranches comparés à ceux des Gastropodes; il reste à établir qu'elle n'est contradictoire ni avec l'anatomie interne, ce qui ne paraît pas être, ni avec l'embryogénie.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de lits à Coccolithes et Coccosphères dans la série oligocène laguno-lacustre de la Limagne.* Note de M. **Louis Dangeard**, présentée par M. L. Cayeux.

Dans la région de Corent, au sud de Clermont, on peut observer, sur les escarpements des bords de l'Allier, une série épaisse de bancs oligocènes classés par Giraud [1] dans le Stampien inférieur : ce sont principalement des marnes dont les feuillets sont couverts de valves de *Cypris*, et des calcaires jaunâtres qui alternent avec de minces lits gypseux et contiennent des Potamides, des Insectes, des Poissons, des Plantes, etc.

Cette série comprend en outre des intercalations assez fréquentes de petites couches blanches qui, à l'examen microscopique, se sont révélées comme étant d'anciennes *boues à Coccolithes* : certaines d'entres elles, formées d'une matière particulièrement friable et traçante, contiennent, à peu près uniquement, des Coccolithes souvent encore groupés en Coccosphères très bien conservées.

Les échantillons prélevés proviennent des pentes orientales du puy de Corent, des carrières de Sainte-Marguerite et des carrières situées au sud de Mirefleurs. Ils y forment des lits d'aspect crayeux dont l'épaisseur varie de 5 à 6^{cm} à quelques millimètres, des plaquettes dures faciles à isoler ou de très minces feuillets alternant avec les marnes.

Les Coccosphères observées sont arrondies : elles ont de 16 à 20^{μ} environ. Quant aux Coccolithes, ils sont de taille et de formes assez variables; leur longueur varie de 2 à 7^{μ}; les uns ressemblent à de simples anneaux ovales, d'autres offrent un dessin relativement compliqué. Ils appartiennent probablement à plusieurs genres de Coccolithophoridées.

De tels lits à Coccolithes observés dans ces conditions de gisement présentent un intérêt spécial.

On sait en effet que les Coccolithophoridées actuelles, minuscules algues

(1) Jean Giraud, *Études géologiques sur la Limagne* (*Auvergne*) (*Bull. Serv. carte géol.*, **13**, n° **87**, 1902, p. 227).

du plancton, sont considérées comme des formes essentiellement marines; elles existent à peu près dans toutes les mers, tandis qu'elles ont été rarement signalées dans l'eau saumâtre ou dans l'eau douce[1]. Leurs squelettes calcaires s'accumulent dans les boues marines actuelles, principalement dans la boue à Globigérines, et prennent une part importante à la constitution de la craie et de nombreux autres sédiments anciens d'origine marine. Gümbel, *Coccolithen in Eocänmergel*, *Neues Jahrb. für Mineralogie*, 1873, (p. 299-302).

Or les échantillons trouvés dans la Limagne proviennent d'une série lagunaire. Ils permettront d'étudier des Coccolithophoridées très bien conservées qui ont vécu dans des conditions de milieu spéciales et ont formé, par leur accumulation en quantité prodigieuse, une sorte de craie d'origine lagunaire, véritable *terre à Coccolithes* rappelant les *terres à Diatomées* (randannites) signalées depuis longtemps en Auvergne.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La potasse dans la souche de la Betterave à sucre.* Note de MM. **H. Colin** et **P. Billon**, présentée par M. Molliard.

Les variétés actuelles de Betteraves sucrières sont beaucoup moins minéralisées, dans leur souche, que celles de jadis; elles ne renferment plus guère, au moment de l'arrachage, que 3 pour 100 de cendres carbonatées. Depuis des années, l'industrie s'efforce de créer des lignées riches; cette sélection a joué automatiquement au détriment de la minéralisation, preuve d'un antagonisme certain entre les cendres et la richesse.

Pour ce qui est de la potasse, K_2O, elle représente à elle seule, dans les analyses anciennes, environ 50 pour 100 du poids des cendres de la souche, tandis que la chaux et la magnésie réunies atteignent péniblement 20 pour 100. Aujourd'hui, le taux de la potasse, variable d'ailleurs suivant le sol et le climat, peut s'abaisser jusqu'à 25 pour 100 et tomber au-dessous de celui du total chaux + magnésie. C'était le cas, l'an dernier, pour les Betteraves de la sucrerie de Souppes-sur-Loing, qui n'étaient certes pas moins riches que d'autres en saccharose. L'alcalinité soluble des cendres, évaluée en présence de méthyl-orange, n'était pas supérieure à 60^{cm^3} de MOH par gramme de cendres, alors que l'alcalinité insoluble, mesurée dans les mêmes conditions, s'élevait à 76^{cm^3}.

(1) W. Conrad, *Sur les Coccolithophoracées d'eau douce* (*Archiv. für Protistenk.*, 63, 1928, p. 58).

Dès 1875, il est bon de le rappeler, Wille faisait remarquer que les souches les plus riches en sucre étaient les moins minéralisées et contenaient plus de chaux et moins de potasse.

Dans les souches que nous avons analysées en grand nombre, la quasi-totalité de la potasse était à l'état de sels d'acides organiques; les cendres ne donnaient que faiblement la réaction des chlorures et des sulfates, les phosphates solubles faisaient défaut. Par lavage des cossettes fraîches à l'eau chaude (60°) jusqu'à complet dessucrage, plus des quatre cinquièmes du potassium sont éliminés; ce qu'il en reste ne résiste qu'en partie à l'eau bouillante (trois épuisements, d'une heure chacun, à 97°). A ce point, les cossettes ne renferment plus qu'un huitième environ de la potasse initiale, alors que l'alcalinité insoluble n'a pas baissé de moitié. Les dernières traces de potassium s'en vont, avec beaucoup de magnésie et de chaux, en milieu légèrement acide (HCl à $0^g,5$ pour 100), à douce température (55°) [1].

Après cette série d'épuisements, la pulpe est réduite à moins du douzième de son poids sec initial; elle laisse encore environ 4 pour 100 de cendres, formées de carbonate et de phosphate de chaux.

Ces résultats se trouvent condensés dans le tableau ci-dessous. On y voit les variations de la matière sèche, des cendres, de la potasse, de l'alcalinité soluble et insoluble (en centimètres cubes de MOH N/10), au cours des traitements successifs qui viennent d'être décrits :

Pulpe.	Initiale.	Dessucrée.	Ébouillantée.	Dépectinée I.	Dépectinée II.
Poids sec	100^g	22,60	16,60	9,40	8,63
Poids des cendres	3,07	1,04	0,86	0,48	0,32
Cendres °/₀ du sec	3,07	4,60	5,20	5,18	3,73
Poids de K^2O	0,76	0,14	0,09	0,00	0,00
K^2O °/₀ du sec	0,76	0,62	0,54	–	–
K^2O °/₀ de cendres	24,75	13,44	10,46	–	–
Alcalinité soluble	183^{cm^3}	31	24	1	–
Alcalinité °/₀ du sec	183	140	150	10	–
Alcalinité insoluble	236	158	121	65	35
Alcalinité °/₀ du sec	236	700	730	690	415

Rien dans tout ceci ne suggère l'idée que le potassium joue un rôle

(1) Ce sont les matières pectiques qui sont solubilisées à ce moment; les liqueurs décantées au bout de 2 heures, jaunâtres et opalescentes, se gélifient dès qu'on les neutralise. Si l'on soumet la pulpe à une seconde macération chlorhydrique de 2 heures, identique à la précédente, le poids sec baisse à peine et le milieu ne coagule plus.

particulier et direct dans l'élaboration de la réserve saccharine; rien par conséquent ne recommande l'emploi, dans la culture de la Betterave sucrière, des doses massives d'engrais potassiques préconisées par certains.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les betteraves à sucre et les mélasses (azote et raffinose).* Note de M. **Émile Saillard**, déposée par M. P. Viala.

Tous les ans nous suivons, pendant les deux mois (août et septembre) qui précèdent le commencement des arrachages, la végétation de la betterave à sucre par des analyses hebdomadaires qui portent sur les betteraves de 30 champs d'essais, répartis sur les divers points de la région betteravière française et qui sont tous pourvus d'un poste d'observations météorologiques.

Nos 30 correspondants nous envoient chaque semaine, à notre laboratoire à Paris, des échantillons de 25 betteraves, toujours prélevées de la même façon, ainsi que leurs observations météorologiques.

En plus du poids et de la richesse saccharine des racines et du nombre de pieds par hectare, nous déterminons, sur les échantillons de la dernière semaine : l'azote total (méthode Iodlbauer); l'azote albuminoïde précipité par l'hydrate d'oxyde de cuivre; l'azote ammoniacal et amidé en bloc par distillation, en présence de la magnésie, et après ébullition du jus de digestion aqueuse déféqué, puis acidifié avec de l'acide sulfurique (la moitié de l'azote amidé passe à l'état d'ammoniaque).

Nous faisons ce même travail depuis 30 ans. Voici quelques moyennes qui se rapportent aux 10 années 1904-13 et aux 10 années 1920-29, ainsi qu'à l'année 1930 et aux dernières années :

Années.	Pluie tombée en août et septembre.	Sucre élaboré par semaine et par hectare.
	mm	kg
1904-13...	115	493
1920-29...	113	503
1930......	145	620

Années.	Azote pour 100 de sucre. Total.	Albuminoïde.	Amidé et ammoniacal.
1930...	0,91	0,51	0,08
1929...	1,17	0,62	0,19
1928...	1,23	0,69	0,14
1927...	1,00	0,56	0,10
1926...	1,05	0,59	0,11
1911...	1,85	0,94	0,23

L'abondance de la récolte a été cause que la campagne sucrière a duré

plus longtemps que d'habitude. Commencée avant le 1er octobre 1930, dans bon nombre d'usines, elle s'est continuée, dans quelques-unes, jusqu'au mois de février 1931.

Pendant la campagne, nous avons suivi la composition des mélasses de 62 fabriques de sucre. Des échantillons ont été prélevés à différents moments, entre novembre et février.

Sur chacun des échantillons, on a déterminé la matière sèche (étuve à 105°/110°), la polarisation directe après défécation avec du sous-acétate de plomb; le saccharose suivant la méthode d'inversion Clerget; l'azote suivant la méthode Iodlbauer.

Voici les résultats moyens obtenus pour chacune des dernières années et pour l'année très sèche 1911-1912 :

Années.	Matière sèche pour 100.	Polarisation directe pour 100. (a)	Sucre Clerget. (b)	Écart. (a — b)	Azote pour 100 de mat. sèche.
1930-31 (pluvieuse)	76,11	49,31	47,53	1,78	1,95
1929-30	77,54	49,31	48,13	1,18	2,31
1927-28	74,93	50,54	49,14	1,40	2,14
1926-27	79,96	50,43	49,12	1,31	2,33
1925-26	78,70	49,26	47,91	1,25	2,17
1911-12 (très chaude)	76,21	47,73	47,14	0,59	2,62

De ces résultats on peut tirer les conclusions suivantes :

Betteraves. — 1° L'année 1930 a été la plus pluvieuse que nous ayons eue depuis longtemps. Comme la betterave a besoin de beaucoup d'eau, la quantité de sucre élaborée par semaine et par hectare pendant les mois d'août et de septembre a dépassé celles que nous avions enregistrées jusqu'à maintenant : 620kg en 1930 contre 493kg pour les 10 années 1904-13 et 503kg pour les 10 années 1920-29;

2° Dans les années chaudes et sèches, les betteraves sucrières contiennent plus d'azote (azote sous ses différentes formes dosées) que dans les années humides (voir surtout les années extrêmes 1930 et 1911);

3° Les teneurs moyennes en azote (azote total, azote albuminoïde, azote amidé et ammoniacal), obtenues en 1930, ont été les plus faibles que nous ayons trouvées jusqu'à maintenant (voir le tableau ci-dessus).

4° En suivant le travail industriel, par rapport aux teneurs en azote, nous avons établi que les betteraves à faible teneur en azote amidé et ammoniacal donnent des jus épurés qui conservent mieux leur alcalinité

pendant l'évaporation et qui, après concentration, laissent cristalliser plus facilement le sucre.

Mélasses. — 1° Les mélasses ont accusé, en 1930-1931, la plus faible teneur moyenne en azote pour 100 de matière sèche (1,95 en 1930-1931 contre 2,62 en 1911-1912) (dans ces moyennes, entrent des chiffres inégaux);

2° L'écart entre la polarisation directe et la saccharose (suivant l'inversion Clerget) augmente quand la teneur en azote diminue : il a été de 1,78 en 1930-1931 contre 0,59 en 1911-1912; pour certaines mélasses de 1930-1931 il a atteint 3 et même dépassé 3.

3° Pour les mélasses de 1930-1931, ce même écart a augmenté dans un bon nombre d'usines, à mesure qu'avançait la campagne. Dans certains cas, il a augmenté de 0,5 à 0,6 ou 0,7. Il est dû, pour une grande part, à la présence de raffinose, ainsi que nous avons pu l'établir par les méthodes courantes. Il faut en conclure que le raffinose se forme surtout pendant l'arrière-saison, à la faveur d'un temps plus froid.

Pour les dernières analyses, le travail a été fait avec la collaboration de M. Dartois et de Mlle Goldstein; pour les autres, avec la collaboration de M. Wehrung.

ENTOMOLOGIE. — *Anatomie comparée des ovaires de quelques Hyménoptères.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Ch. Gravier.

Nous venons de faire une *étude anatomique et histologique de l'appareil reproducteur femelle* des Hyménoptères et voici quelques-unes de nos *conclusions* concernant l'Anatomie comparée des ovaires et de leurs canaux efférents. Nos recherches ont porté sur quarante espèces appartenant à diverses familles de l'ordre des Hyménoptères.

Les *ovaires* sont pairs et formés chacun d'un nombre variable de gaines ovigères ou tubes ovariens dont la forme et la structure varient suivant les diverses espèces. Les extrémités des deux organes sont généralement soudées et fixées à la face interne des premiers segments abdominaux par une sorte de ligament de fibrilles conjonctives.

Les deux faisceaux ovariens s'écartent ensuite et entourent l'intestin moyen en formant, avec les oviductes, une sorte d'anneau ou collier comparable à l'anneau œsophagien. Les *oviductes* sont très courts et dilatés à leur sommet en forme de calice ou de cupule. Ils se continuent par une partie élargie, cavité utérine, présentant latéralement un court diverticule arrondi,

la poche copulatrice et un petit appendice glandulaire tubuleux, la glande accessoire.

Le nombre des gaines ovigères de chaque glande est en général, peu élevé. Nous en avons trouvé 6 chez les *Vespinæ*, 6 ou 7 chez l'*Epeolus*, 8 chez le *Psithyrus*, 10 à 12 chez quelques Tenthrédinides (*Emphytus tibialis*, *Emph. cinctus*), 8 chez *Pimpla*, 4 à 6 chez *Cryptus fumipennis*, 4 ou 5 chez *Ichneumon lineator*, 4 chez *Colpotrochia elegantula* et plusieurs espèces de la tribu des Tryphoninæ; 4 également chez les *Bombus*, *Melecta*, *Chrysis*, *Xylocopa*, *Anthophora*, etc.; 3 chez les *Polistes gallica*, *Eumenes pomiformis, Cerceris arenaria*, *Mellinus arvensis*, *Astata boops*, *Priocremis fuscus*, *Pompilus*, *Ammophila sabulosa*, *Philanthus*, *Odynerus*, *Crabro cephalotes*, etc.

Chez les *Vespinæ* (*Vespa germanica*), les ovaires, pendant la période de la ponte, présentent un grand développement; ils remplissent la plus grande partie de la cavité abdominale et s'étendent du premier segment de l'abdomen à l'extrémité postérieure du corps. Dans leur partie initiale, les deux faisceaux ovariens sont accolés et paraissent ne former qu'une masse unique de follicules génitaux. Ils décrivent ainsi plusieurs replis transversaux parallèles jusque vers le milieu de l'abdomen, puis s'écartent progressivement, entourant ainsi la partie médiane de l'intestin moyen. Le diamètre des deux faisceaux va graduellement en augmentant et atteint près de 3^{mm} à leur point de fusion avec les oviductes. L'organe est maintenu en place par de nombreux ramuscules trachéens provenant de deux longs troncs respiratoires qui parcourent longitudinalement la cavité de l'abdomen. Les deux *oviductes*, dilatés à leur origine, sont très courts et, de leur fusion, résulte la poche vaginale aplatie et présentant, vers son milieu, une faible dépression transversale la divisant en deux parties très nettes. C'est sur la partie terminale impaire que se trouvent un diverticule latéral fonctionnant comme poche copulatrice et la *glande accessoire*. Cette dernière est légèrement aplatie, lancéolée et arrondie à son extrémité distale.

Les *ovaires* sont innervés par le dernier ganglion de la chaîne ventrale, ganglion de forme quadrangulaire, qui envoie une paire de filets nerveux antérieurs aux follicules ovariens et une paire latérale aux oviductes. Du bord postérieur de ce même ganglion partent trois nerfs qui se distribuent à l'oviducte impair; à la poche vaginale et aux glandes annexes. Chaque *ovaire* comprend *six* follicules; le nombre total de ces derniers est donc de *douze*. On compte, dans chaque tube ovarien, de 250 à 300 œufs, de sorte que le total des œufs pondus par une femelle de *Vespa germanica* est compris entre 3000 et 3600, etc.

Chez les Eumènes (*Eumenes pomiformis* Lat.), la glande femelle comprend également deux faisceaux ovariens formés chacun de *trois* tubes ou follicules ovigènes, séparés les uns des autres et ne renfermant chacun qu'un très petit nombre d'œufs (de 12 à 15). Les deux faisceaux, après avoir entouré l'intestin moyen, se soudent ensuite, en avant, en un faisceau unique dont l'extrémité filiforme va se terminer au-dessus du jabot.

Les ovaires des *Sphecinæ* (*Cerceris arenaria* Latr., *Cer. variabilis*) sont beaucoup moins développés que ceux de certaines Vespides et sont surtout localisés dans les quatre derniers segments abdominaux. L'organe comprend deux faisceaux, composés chacun de 3 gaines ovariques. Comme dans le cas précédent, les deux ovaires forment un anneau entourant l'intestin moyen et s'accolent, en avant, en un massif impair appliqué à la face dorsale du jabot. On trouve, dans chaque gaine ovarique, 8 à 10 ovules et l'on voit parfois même certaines gaines avorter et demeurer stériles.

On trouve une disposition à peu près semblable chez certains Crabronides (*Mellinus argensis* L.). Il en est de même chez le *Pompilus fumipennis* Latr., le *Philanthus triangulatus* et *Philant. coronatus*. Chez ces derniers, les deux faisceaux ovariens, à *trois* gaines ovariques, s'écartent et forment un anneau dans lequel passe l'intestin moyen et où se loge également la vésicule à venin. Chaque gaine renferme également de 12 à 15 ovules. Même disposition chez *Crabro cephalotes* Fab., *Cr. vagus* Fab. Chez les Odynères (*Odynerus spinipes*, *Ody. vagus* L., les deux *ovaires*, accolés en avant, s'écartent pour entourer l'intestin moyen et vont déboucher à l'extrémité évasée des oviductes, très courts. L'oviducte impair est également très réduit, aplati et se trouve séparé de la poche vaginale par une dépression transversale.

Chez l'*Epeolus variegatus* Latr. (*Melectidæ*), les glandes femelles sont très développées et occupent la presque totalité de la partie médio-dorsale de l'abdomen. Chacune d'elles comprend, en général, 6 gaines ovariques, rarement de 5 à 7, étroitement unies entre elles. L'oviducte impair est très court et la *glande annexe* a son extrémité distale sinueuse et digitée.

Chaque ovaire des *Cryptus fumipennis* Grav., *Cr. migrator*, *Cr. griseus* Grav. est formé de 4 à 6 gaines ovariques pluriloculaires. On en trouve tantôt 4, tantôt 5, à chaque faisceau ovarien des *Ichneumon lineator* Grav., avec 6 à 8 ovules logés dans chaque gaine. Le *Colpotrochia elegantula* Gr. (Tryphoninæ) possède à chaque ovaire, 4 tubes ovigènes, fusiformes, flexueux, à extrémité filiforme, renfermant de 10 à 15 ovules séparés par des étranglements correspondant aux chambres vitellines. L'*Emphytus tibialis* Klg.

et l'*Emp. cinctus* Kl. (Tenthrédinide) ont de 10 à 12 gaines ovariques à chaque organe femelle. Le nombre 11 est à peu près constant chez l'*Emphytus cinctus* et chaque gaine renferme de 4 à 6 ovules.

Chez les Ammophiles (*Ammophila sabulosa*, L., *Am. heydenii* E., à l'époque de la ponte, les ovaires sont très développés et chaque faisceau glandulaire comprend *trois gaines ovariques* séparées et dont les extrémités filiformes flottent librement dans le troisième segment abdominal. Les deux premiers anneaux, grêles et allongés, ne livrent passage qu'au tube digestif, au cordon nerveux et aux deux conduits trachéens latéraux.

Les *oviductes*, qui débutent par une partie dilatée, sont très courts et se fusionnent en un large oviducte impair.

La partie terminale de l'organe femelle ou poche vaginale a la forme d'un sac quadrangulaire de 1^{mm}. de côté, divisé en deux régions par un sillon transversal. L'innervation des glandes génitales est assurée par les deux derniers ganglions abdominaux dont l'antérieur est situé au confluent des deux oviductes et le dernier, de forme quadrangulaire, émet de nombreux filaments nerveux qui se distribuent aux ovaires, aux oviductes, à la poche vaginale et aux glandes venimeuses.

ZOOLOGIE. — *Remplacement successif des sacs viscéraux chez les* Chlorogaster, *Rhizocéphales parasites des Pagures.* Note de M. **Charles Pérez**, présentée par M. F. Mesnil.

En général, ainsi que je l'ai indiqué [1], les sacs externes du *Chlorogaster* n'incubent qu'une seule ponte, après quoi ils se flétrissent et tombent; puis, à la mue suivante du Pagure qui les portait, une nouvelle poussée de sacs viscéraux devient externe et subit une évolution semblable. La dissection attentive d'un grand nombre d'individus m'a permis d'élucider le mécanisme de ce remplacement.

A chaque fois les systèmes individuels [2] des racines des sacs externes caducs subissent une dégénérescence précoce et rapide; mais, d'avance, pendant que se fait, dans des sacs actuellement externes (I), l'incubation d'une ponte, les appareils radiculaires de la poussée suivante (II) sont déjà en place, sous forme d'un certain nombre de tubes longitudinaux, émanés

---

[1] *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 771.
[2] *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 769.

du feutrage périintestinal thoracique. Chacun d'eux n'émet encore, dans sa région antérieure, que quelques courtes ramifications assez pauvres et représente, dans sa partie abdominale postérieure, insinuée entre les viscères, l'amorce d'un futur goupillon, mais provisoirement réduit à son axe seul, sans aucune digitation transversale. Tout ce nouveau système est flottant

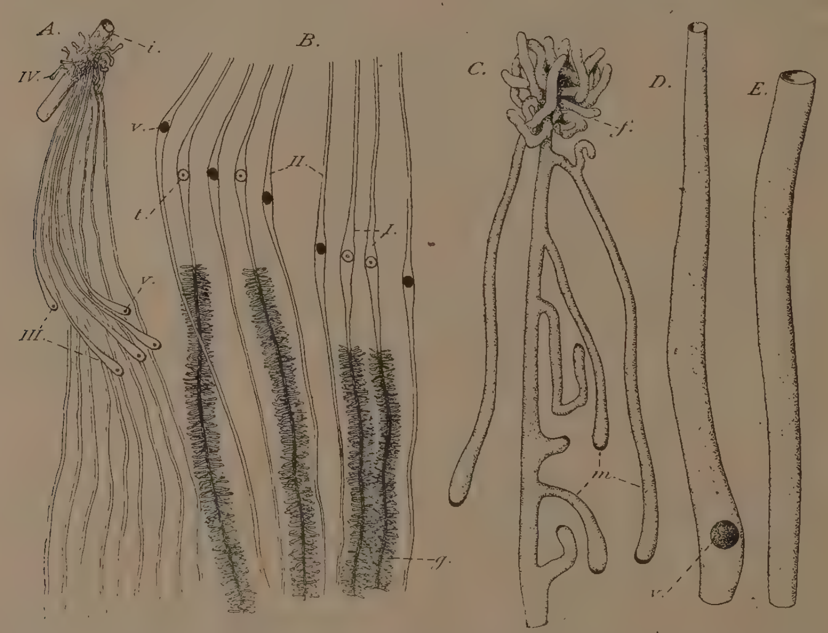


Fig. *A*, *B*. — Diagramme simplifié d'une dissection : *A*, région thoracique; *B*, région abdominale; I-IV les poussées successives présentes simultanément. Fig. *C*, *D*, *E*. — Trois tronçons successifs d'un système radiculaire II. *f*, feutrage périintestinal; *g*, goupillon; *i*, intestin du Pagure; *m*, massues de ramification; *t*, origine du pédoncule d'un sac externe; *v*, bourgeon de masse viscérale.

dans le cœlome, sauf en un point où le tube longitudinal adhère à la face interne des téguments du Pagure. En ce point, qui correspond au futur orifice de sortie du sac viscéral de remplacement, celui-ci est déjà ébauché, à l'intérieur du tube creux de l'axe radiculaire, sous forme d'un bourgeon (*fig.* B, D; *v*), dont l'organogenèse est précoce et qui affecte, suivant son étape de développement, l'aspect d'un ovoïde court ou d'un boudin plus ou moins allongé.

Dans la partie antérieure de l'abdomen et dans le pédicule qui la relie au thorax, la dissection met en outre en évidence les amorces de la poussée

suivante (III), sous forme d'un bouquet de tubes creux, en ampoules, dont les cols étirés viennent du thorax, tandis que les panses renflées se dirigent vers l'arrière, munies à leur extrémité d'un sommet végétatif épaissi et contiennent chacune dans leur cavité, attenant à la paroi, un massif compact, à peu près sphérique, (III, e.), bourgeon du futur sac viscéral correspondant.

Enfin, dans le thorax même, où les tiges antérieures de tous les systèmes radiculaires précédents viennent se perdre dans le feutrage périintestinal, on voit émaner aussi de ce feutrage de courtes massues plus grêles (IV), de tailles et de directions diverses, et dont les plus grandes, orientant d'une manière manifeste leur panse vers l'arrière, contiennent à leur intérieur, en situation subterminale, un massif plein, né par foisonnement profond de la paroi, première annonce d'un bourgeon de sac viscéral encore ultérieur.

Chaque individu disséqué présente une variante personnelle de ce schéma général : plus les embryons incubés dans les sacs externes I sont avancés, plus les bourgeons II sont volumineux et différenciés, plus les ampoules III s'allongent dans l'abdomen, plus les massues IV sont elles-mêmes développées.

Ainsi, dans un Pagure infesté par un *Chlorogaster*, quatre poussées successives au moins de sacs viscéraux sont présentes simultanément. Quels sont leurs rapports mutuels? Je n'ai pas encore réussi à établir d'une manière certaine la continuité effective des racines thoraciques entre les divers éléments d'une même poussée simultanée arrivée à l'état adulte ; mais je puis l'affirmer pour les poussées successives, les jeunes massues naissant manifestement comme des ramifications antérieures de l'axe d'un système radiculaire d'ordre précédent.

PHYSIOLOGIE. — *Capacité vitale et ventilation pulmonaire.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

1. On a montré [1] que la durée d'une respiration qui mesure la capacité vitale est d'environ 20 secondes, soit trois par minute; et cela fait trois fois $3^l,15$, ou une *ventilation pulmonaire au repos de* $9^l,50$ à peu près. Dans la réalité, on fait de plus petites respirations et plus nombreuses; mais je dis

---

[1] Jules Amar, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1490.

que *fréquence et amplitude se combinent pour atteindre au même taux de ventilation*. L'expérience (sujet de 70kg, dans une salle à 21 degrés), a donné les résultats confirmatifs qui suivent :

I.	Fréquence par minute....	20	10,3	9	7,3	6,2	6	4,8	3,5
	Volume d'une respiration.	0l,57	1,01	1,1	1,2	1,57	1,6	2	2,65

D'où l'on voit que le volume des respirations augmente à mesure que leur fréquence diminue, et alors elles sont de plus en plus profondes. Faisons le produit volume × fréquence; nous aurons les taux de ventilation ci-dessous :

11,4 10,4 9,9 8,76 9,7 9,6 9,6 8,9

La moyenne n'est pas loin de 9l50, limite physiologique assignée par la C. V., et les écarts positifs sont le fait d'une action musculaire plus intense aux fréquences rapides.

Une autre série d'expériences s'accorde avec la précédente :

II.

II.	Fréquence par minute ...	18	10,3	8	7,7	5,8	4,2	3
	Volume d'une respiration.	0l,62	1	1,36	1,2	1,61	2,2	2,95
	Ventilation..............	11,16	10,3	10,9	9,14	9,3	9,2	8,85

Dans toutes ces expériences on se donne artificiellement, *volontairement*, une inspiration de plus en plus lente; l'expiration suit, réglée en durée par le chimisme sanguin, le pH résultant du mélange $CO^2 + O^2$ dans lequel ces deux gaz représentent deux forces antagonistes : CO^2 excite, O^2 inhibe le centre nerveux respiratoire (1). On se donne de même la durée d'une expiration, et celle-ci détermine la durée de l'inspiration par le processus du pH. L'*automatisme bulbaire* que ce pH a pour effet de déclencher et régler, de conditionner comme fréquence et amplitude, cet automatisme subit l'intervention du cerveau (2). Ainsi la volonté peut altérer le rythme, les périodes respiratoires d'une personne valide, ne souffrant d'aucune maladie. Mais aussitôt après, le rythme normal se rétablit et, au total, la ventilation varie peu dans un temps donné.

2. Considérons maintenant la dépense d'énergie la plus faible d'un

---

(1) On en a donné les preuves expérimentales dans notre *Éducation respiratoire* p. 19 (chez Dunod).

(2) Soit dit en passant, cette influence du cerveau rend illusoire le diagnostic des sentiments cachés par leurs effets sur le rythme respiratoire.

homme en *complet repos;* elle est de 1800 *calories* environ, ou

$$1800 : 4,0 = 367^{l},40 \text{ d'oxygène.}$$

Cela fait par minute : 255^{cm^3}. La ventilation étant de $9^{l},50$ ou 9500^{cm^3}, on trouve donc une quantité d'oxygène consommé égal à :

$$\frac{255}{9500} \times 100 = 2,68 \text{ pour } 100.$$

Effectivement, et aux variations près de la ventilation de repos (entre $7^{l},50$ et $9^{l},50$), l'expérience nous a donné les pourcentages d'oxygène de 2,50 à 3.

L'organisme en complet repos tend au minimum de ventilation et c'est ce que réalisent les *petites respirations*. En outre celles-ci fournissent un minimum d'hématose, en limitant l'absorption d'oxygène.

Rappelons à ce sujet la notion de *coefficient hémopnéique* que nous défendons depuis 12 ans (*loc. cit.*) parce qu'elle est la loi fondamentale de la respiration. A mesure que nous approfondissons l'inspiration, l'air pénètre sous une pression croissante qui passe de p à P. Et le rayon de la capacité pulmonaire augmente de r à R. De la relation :

$$\frac{P}{p} = \frac{R}{r},$$

on déduit facilement

$$\frac{P}{p} = \sqrt[3]{\frac{V}{v}} = K,$$

liant les volumes des respirations aux intensités (ou pressions) des échanges gazeux de la diffusion alvéolaire. C'est au coefficient d'accroissement de ces échanges que l'on a attribué le nom de « coefficient hémopnéique K ». Il est clair que K est toujours positif, V étant supérieur à v, sauf dans certains états pathologiques, ou dans l'essoufflement de surmenage.

Lorsque la respiration atteint les bornes de la capacité vitale, soit $3^{l},08$ dans une expérience, le pourcentage d'oxygène consommé s'est élevé à 4,90, au lieu d'être 2,68 comme ci-dessus. Par conséquent :

$$\frac{4,90}{2,68} = \sqrt[3]{\frac{3,08}{v}}.$$

Et l'on tire de là le volume v de la plus petite respiration de repos; c'est

$$v = 0^{l},50.$$

Une ventilation de $9^l,50$ correspondra donc à

$$9,50 : 0,50 = 19 \textit{ respirations par minute.}$$

L'expérience vérifie tous ces résultats et renforce singulièrement la notion, capitale je le répète, du coefficient hémopnéique. La constance de ventilation de repos et la capacité vitale n'auraient aucun intérêt si le coefficient hémopnéique ne venait préciser le taux minimum d'hématose que, normalement, elles ne doivent pas dépasser. L'hématose de luxe que réaliserait une ventilation approfondie convient, par exemple, au traitement des cardiopathes, ou à la constitution d'une réserve d'oxygène pour les efforts puissants de l'athlétisme.

Au surplus, *en s'approfondissant*, les respirations dilatent les capillaires et stimulent la circulation sanguine, comme l'avait établi d'Arsonval dès 1876 (1).

PHYSIOLOGIE. — *Pouvoir hématopoïétique du carotène.*
Note de MM. **Léon Binet** et **M. V. Strumza**, présentée par M. Ch. Achard.

On connaît l'existence d'une anémie chez les animaux soumis à un régime alimentaire carencé en vitamine A. Cette notion nous a conduits à poser le problème d'une action possible exercée sur la régénération des hématies par le carotène, substance dont la parenté avec la vitamine A semble aujourd'hui bien établie.

Pour aborder une telle étude, nous avons opéré sur des chiens adultes soumis à un régime alimentaire fixe (soupe à la viande et au pain). Nous avons déterminé chez eux, par soustraction quotidienne et aseptique d'une certaine quantité de sang, une anémie accentuée telle que le chiffre d'hémoglobine, dans le sang circulant, soit inférieur au tiers du taux initial de l'hémoglobine. Une telle anémie étant réalisée, on laisse d'abord l'animal pendant 9 jours au même régime et sans nouvelle saignée; on suit avec soin, par des examens répétés, l'évolution de la réparation sanguine. Ce laps de temps écoulé, on pratique à nouveau de nouvelles soustractions sanguines, en réglant leur abondance de façon à ce que le taux de l'anémie retombe après 6 jours à ce qu'il était au point de départ. La quantité et la qualité du sang soustrait pendant cette période de 6 jours permet de calculer aisé-

(1) d'Arsonval, *Thèse Doct. méd.*, Paris, 1887.

ment la production d'hémoglobine réalisée par l'organisme pendant ces 15 jours d'observation.

L'expérience est reprise sur le même animal, en ne faisant varier qu'un facteur, à savoir l'addition au régime fixe d'une certaine quantité de carotène administrée par voie buccale. On établit à nouveau et la progression du taux d'hémoglobine pendant la période de 9 jours et la quantité d'hémoglobine produite pendant les 15 jours d'expérience.

Une troisième expérience est effectuée, calquée sur la première (régime fixe sans carotène).

Nous avons pu ainsi réaliser, sur le même animal, *plusieurs séries* de déterminations et comparer ainsi le comportement du sujet anémié suivant qu'il recevait ou non du carotène.

Nous rapportons dans le tableau ci-après l'observation de trois chiens.

Le chien IV, de $16^{kg},300$, est saigné du 30 septembre au 25 octobre, date à laquelle son taux d'hémoglobine est tombé de $17^{g},14$ à $5^{g},31$ par 100^{g} de sang. A partir de ce moment on lui applique les épreuves précitées en alternant les phases de régime simple et de régime enrichi par du carotène (6^{cm^3} d'une solution huileuse de carotène, à une concentration telle que $1^{cm^3} = 1500$ unités Javillier). Les analyses nous montrent que pendant les périodes où l'animal reçoit du carotène, le relèvement du taux de l'hémoglobine est plus rapide et la quantité d'hémoglobine formée par l'organisme est beaucoup plus élevée. Sous l'influence du carotène la production totale d'hémoglobine a été très supérieure à ce qu'elle est dans les expériences intermédiaires, sans carotène (plus $45^{g},80$, plus $64^{g},53$).

La chienne VII, pesant $19^{kg},200$, est saignée quotidiennement du 22 octobre au 8 novembre et présente, à cette date, un taux d'hémoglobine de $5^{g},66$ au lieu de $14^{g},62$, chiffre de départ. Sous l'influence du régime ordinaire elle fabrique $111^{g},31$ d'hémoglobine, alors que, soumise au régime additionné de carotène (8^{cm^3} de la solution huileuse précitée), elle en produit $172^{g},75$.

Un chien de $17^{kg},750$ est tombé de $17^{g},14$ à 6^{g} d'hémoglobine sous l'influence de saignées quotidiennes effectuées du 16 au 28 décembre. On effectue une série d'explorations, trois durant lesquelles il reçoit le régime simple, deux pendant lesquelles on ajoute au régime du carotène (de 9 à 10^{cm^3} de la solution huileuse signalée plus haut). La lecture du tableau montre que l'administration de carotène accélère le relèvement du taux d'hémoglobine ; quand l'animal en reçoit, on enregistre des surproductions d'hémoglobine ($35^{g},30$, $43^{g},69$).

Conclusions. — Chez des chiens anémiés, l'administration de carotène par la voie digestive a facilité d'une façon considérable le relèvement du taux de l'hémoglobine. La quantité d'hémoglobine produite par un organisme qui subit par ailleurs des déperditions sanguines à l'aide de saignées est singulièrement accrue sous l'influence du carotène.

Évolution du taux d'hémoglobine et calcul de la production d'hémoglobine par un animal saigné, soumis ou non à un régime enrichi en carotène.

	Série expérimentale.	Taux de l'hémoglobine chez le chien anémié.	Taux de l'hémoglobine chez le chien après 9 jours de repos.	Quantité d'hémoglobine produite pendant 15 jours d'observation.
		g	g	g
Chien IV	1 sans carotène	5,31	9,23	75,17
	2 avec »	5,17	10,52	116,83
	3 sans »	5,26	9,44	66,96
	4 avec »	5,56	11,65	122,35
	5 sans »	5,35	7,01	48,68
	6 sans »	5,31	7,70	50,53
Chienne VII	1 sans carotène	5,66	8,94	111,31
	2 avec »	5,35	12,90	172,75
Chien X	1 sans carotène	6	10,90	123,43
	2 avec »	5,31	12,24	149,04
	3 sans »	5,47	7,79	104,10
	4 avec »	5,53	11,11	135,10
	5 sans »	5,88	8,69	78,72

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Effets locaux dus aux champs électriques de très haute fréquence chez le rat.* Note de MM. **Jean Saidman**, **Jean Meyer** et **Roger Cahen**, présentée par M. d'Arsonval.

L'introduction des ondes hertziennes courtes en médecine pose de nombreux problèmes; deux d'entre nous [1] ont mentionné l'action mortelle d'un champ électrique de très haute fréquence sur le rat.

Le rat blanc est très sensible à ces champs et a été déjà utilisé au cours de recherches semblables, notamment par Schereschewsky [2].

Nous nous sommes proposés d'étudier l'action locale d'un champ élec-

---

[1] Jean Saidman, Roger Cahen et Jacques Forestier, *Actions des champs électriques de très haute fréquence sur les tissus organiques* (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 452).

[2] Schereschewsky, *Public Health Reports*, 41, 1926, p. 37. — Schereschewsky et Andervont, *Public Health Reports*, 43, 1928, p. 333.

trique de fréquence 20.10⁶ p. s. afin de déterminer s'il se produit des différences importantes entre la température régionale et la température centrale.

Nous avons irradié la tête, le thorax ou l'abdomen. La région choisie était placée entre deux plaques métalliques de 4cm de diamètre, convenablement isolées par une feuille de caoutchouc de 8mm ou une égale épaisseur d'air pour éliminer tout courant de conduction.

Les plaques étaient reliées aux extrémités d'un solénoïde couplé au circuit oscillant du générateur, constitué lui-même par deux triodes E.604 fournissant 50 watts oscillants.

Les intensités ont été mesurées dans le circuit d'irradiation, au niveau du ventre d'intensité et ne peuvent être considérées que comme des valeurs relatives.

Les températures rectales ou vaginales ont été évaluées à l'aide d'un thermomètre, soit à alcool, soit à mercure. Le champ électrique échauffe directement le verre et la colonne liquide. La lecture n'a de valeur qu'à condition d'introduire le thermomètre après avoir supprimé le champ électrique. L'interruption de 15 secondes suffisait dans nos expériences à permettre l'ascension du thermomètre sans que l'organisme du rat se refroidisse sensiblement pendant ce temps.

1. *Irradiation de la tête* (deux observations). — Intensité, 2amp. Mort en 5 minutes après une phase d'exophtalmie. La température endopharyngée prise après la mort atteint 42°, la température rectale étant inchangée et normale vers 36°.

A l'autopsie : congestion méningée, durcissement de la masse encéphalique.

2. *Irradiation du thorax* (une observation). — Intensité 1,5 à 2 ampères. Mort en 8 minutes. La température rectale reste normale à 36°.

Autopsie : congestion des poumons, surtout au sommet. Cœur dilaté, caillots dans les oreillettes.

3. *Irradiation de l'abdomen* (sept observations). — La région abdominale du rat a été portée aux températures suivantes, qui correspondent naturellement à des régimes d'intensités différents compris entre 2 et 3 ampères:

N° 1............	La température atteint	54°,5	en 15	minutes
» 2............	»	51,5	» 19	»
» 3............	»	47,5	» 9	»
» 4............	»	45,5	» 15	»
» 5............	»	43,5	» 60	»
» 6............	»	43,5	» 26	»
» 7............	»	40,5	» 15	»

Seul le dernier rat a survécu. A la quinzième minute, il présentait une exophtalmie très prononcée qui a cessé avec l'irradiation.

A l'autopsie des six premiers rats on a trouvé :

a. Un érythème de la peau, visible à sa face profonde et persistant après la mort.

b. Une thrombose de l'artère mésentérique. La coagulation du sang dans les grosses veines abdominales.

c. Un placard noir siégeant toujours sur l'intestin, du côté droit en rapport avec la thrombose artérielle.

d. Le cœur dilaté, rempli de caillots.

Il y a donc action élective sur le système vasculo-sanguin avec thrombose; mort probablement due à une embolie.

Nous avons, d'autre part, injecté 1^{cm^3} de sang humain frais dans le péritoine de deux rats dont un seul a été soumis au champ électrique. (La température atteint 43°,5 en 9 minutes.)

Le premier rat est mort pendant l'irradiation, le second a été sacrifié par inhalation d'éther après 20 minutes.

A l'autopsie : dans le péritoine du rat irradié, le sang injecté a été trouvé coagulé, alors que dans le péritoine de l'animal témoin, le sang était toujours liquide.

Conclusion. — Dans les conditions des expériences :

1° L'irradiation régionale augmente relativement peu la température générale.

La température s'élève rapidement dans la région irradiée.

L'irradiation abdominale entraîne la mort lorsque la température profonde atteint 43°,5 et n'est pas fatale lorsque celle-ci ne dépasse pas 41°,5. Le seuil critique semble être voisin de 42°, lorsque cette température est maintenue quelques minutes.

La lésion la plus évidente est une congestion intense avec thrombose vasculaire.

La mort paraît due à une embolie.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Sur les facteurs limitant l'accroissement des cultures des tissus* in vitro. *Signification de l'énergie résiduelle.* Note de M. **Boris Ephrussi**, présentée par M. Jean Perrin.

Les recherches précédemment publiées sur la régénération des cultures *in vitro* nous ont amené à examiner les conditions qui règlent la taille limite des colonies cellulaires ainsi que la vitesse avec laquelle cette taille limite se trouve atteinte. La première question à examiner était l'influence de la taille initiale des cultures.

Dans une série d'expériences de grandes cultures de fibroblastes proliférant dans les conditions optima, étaient coupées en deux ou plusieurs fragments de tailles inégales et ensemencées dans des flacons Carrel D-3 dans un milieu constitué par du plasma dilué par la solution de Tyrode et coagulé par des traces d'extrait embryonnaire. Aussitôt après l'ensemencement, les cultures étaient lavées pendant plusieurs heures avec 2^{cm^3} de solution de Tyrode pour éliminer les traces d'extrait embryonnaire. Par la suite, les cultures étaient entretenues sans phase liquide mais avec des lavages périodiques au Tyrode et au plasma hépariné conformément à la technique de Fischer et Parker ([1]). Les mesures planimétriques des cultures étaient effectuées toutes les 24 heures. Ces expériences ont montré que dans les conditions indiquées, c'est-à-dire dans un milieu dépourvu de substances stimulantes, les tailles finales des cultures présentaient le même rapport que les tailles initiales. Ce fait est en désaccord avec les résultats de Fischer (*Virch. Arch.*, 279, 1930), mais on peut se demander si les expériences ont été effectuées dans des conditions comparables; Fischer n'indique pas dans son travail si ces cultures ont été faites dans un milieu nutritif ou non. Mais les vitesses avec lesquelles les cultures atteignent cette taille finale sont très différentes : les cultures de petite taille prolifèrent plus rapidement et parviennent avant les grandes au point d'arrêt. Ce fait est à mettre en relation avec la constatation de Fischer et Parker ([2]) d'après laquelle la prolifération cellulaire active a lieu uniquement dans une zone périphérique limitée des colonies.

Le fait que l'arrêt de croissance de la petite culture se produit avant

---

([1]) *Arch. f. Zellforsch.* 8, 1929, p. 325.

([2]) *Brit. Journ. of exp. Path.*, 10, 1929, p. 312.

celui de la grande proliférant dans le même flacon, montre que cet arrêt n'est pas dû à l'accumulation de substances de déchet, conclusion à laquelle Fischer ([1]) est déjà arrivé par un autre raisonnement; d'autre part l'identité des rapports des tailles au début et à la fin de la prolifération indique que l'arrêt de croissance est plutôt imputable à l'épuisement de certaines substances contenues dans le fragment ensemencé.

Une série d'auteurs, Hammett ([2]), Baher ([3]), Rapkine ([4]), Voegtlin et Chalkley ([5]), etc., ont récemment attiré l'attention sur l'importance des groupements — SH pour la division cellulaire. En particulier Rapkine a montré qu'on peut suspendre réversiblement la division de l'œuf d'Oursin par suppression ou addition des groupements — SH. D'après l'hypothèse de cet auteur l'augmentation des corps solubles en — SH qu'il met en évidence quantitativement pendant la prédivision serait due à une libération de radicaux — SH protéidiques, libération produite par une dénaturation des lipoprotéiques protoplasmiques qui aurait lieu à ce moment.

On peut se demander si les substances épuisées pendant la croissance des cultures en milieu non nutritif ne sont pas de nature analogue. Pour répondre à cette question nous avons préparé une série de cultures sœurs et nous avons fait sur celles-ci, à des moments différents de leur cycle de croissance, la réaction au nitroprussiate, dite *réaction du glutathion*. Nous avons pu constater, de cette manière, que les cultures présentent une réaction positive tant que leur croissance est active; cette réaction positive devient de moins en moins intense à mesure que la croissance des cultures se ralentit et devient tout à fait négative au moment où l'énergie résiduelle des cultures est épuisée et la croissance s'arrête.

On sait que la réaction au nitroprussiate met en évidence d'une part les groupements — SH du glutathion, d'autre part ceux attachés à la molécule protéique (radicaux — SH fixes) le premier étant soluble dans l'eau. L'expérience a montré que le lavage des cultures en croissance active affaiblit légèrement la réaction positive présentée par ces cultures. Les cultures dont la croissance a été arrêtée au moment de la réaction ne présentent au contraire aucune coloration même lorsque l'action du réactif est immédiate.

([1]) *Virch. Arch.*, 279, 1930, p. 94.
([2]) *Protoplasma*, 7, 1929, p. 297.
([3]) *Journ. Exp. Med.*, 49, 1929, p. 163.
([4]) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 871.
([5]) *Publ. Health. Rep.*, 2, 1930, p. 3041.

L'absence de la réaction au nitroprussiate dans les cultures arrêtées peut *a priori* être aussi bien la cause que la conséquence de l'arrêt de l'activité mitotique. Mais on peut essayer de refaire la même réaction sur des cultures dont les protéiques sont au préalable dénaturées par ébullition dans un milieu acide. Dans ce cas on constate que la réaction des cultures en croissance active est très fortement renforcée tandis que celle des cultures à croissance arrêtées demeure négative. Ce fait prouve que l'épuisement des substances protéiques capables de fournir des radicaux — SH par dénaturation est réellement la cause de l'arrêt de croissance et donne une idée plus précise sur la signification de l'énergie résiduelle.

La contre-épreuve de ces conclusions est apportée par une expérience du type suivant : on ensemence dans deux flacons deux moitiés d'une même culture qu'on entretient par la méthode de croissance ralentie. Quand l'arrêt de croissance se produit on fait la réaction au nitroprussiate sur l'une d'elles : la réaction est négative. Alors on ajoute dans le second flacon 1^{cm^3} d'extrait embryonnaire, qui d'après les recherches en cours en collaboration avec Rapkine est riche en — SH ; la croissance reprend le lendemain et la culture montre à ce moment de nouveau une réaction positive [1].

Si l'arrêt de croissance de nos cultures est due à l'épuisement d'une catégorie de protéiques (capables de fournir du — SH par dénaturation) on peut se demander comment la régénération de ces mêmes cultures, après un traumatisme, est possible. Le milieu dans lequel cette régénération se produit (plasma coagulé) (Blanchetière, Binet et Mélon, *Journ. Physiol. et Path. gén.*, 27, 1929); est dépourvu de — SH ; les cultures elles-mêmes n'en contiennent plus. Il faut faire appel ici à une hypothèse accessoire qui reste à discuter.

---

(1) Les cultures entretenues par la méthode classique, c'est-à-dire en présence d'extrait embryonnaire montre également un arrêt après trois ou quatre semaines de croissance. Mais elles montrent, même à ce moment une réaction positive au nitroprussiate. Il faut en conclure que l'arrêt de croissance a dans ces conditions pour cause d'autres facteurs, probablement l'accumulation des substances de déchet.

MÉDECINE. — *Nouvel appareil d'électrothérapie pour la production des ondes alternatives à longue période et des courants ondulés.* Note [1] de MM. **Delherm** et **Laquerrière**, présentée par M. d'Arsonval.

En 1892 M. d'Arsonval avait constaté que des courants alternatifs, à ondes si étalées qu'ils ne produisaient pas d'excitation musculaires, avaient sur la nutrition des actions beaucoup plus puissantes que celles de tout autre mode de traitement électrique alors connu.

D'autre part Bordet en 1907 avait montré que les muscles dégénérés se contractaient beaucoup mieux quand on les excitait, non par un établissement brusque de courant continu comme celui produit par le métronome, mais grâce à des courants progressivement croissants.

C'est en partant de ces deux données que l'un de nous a créé (A. Laquerrière. *Bull. Acad. Méd.*, 98, n° 29, 19 juillet, 29 novembre 1927, et 14 février 1928) ce qu'il a appelé *les ondes galvaniques alternatives à longues périodes*. L'expérimentation clinique a montré depuis que ces ondes étaient un remarquable agent trophique et formaient d'autre part, pour les muscles en état de dégénérescence accentuée, un agent de gymnastique tout particulier.

Nous décrirons aujourd'hui deux appareillages, l'un fournissant les ondes galvaniques alternatives à longues périodes, l'autre, plus simple, des ondes de même sens. Ces deux appareils pouvant d'ailleurs fonctionner soit sur le courant continu, soit sur le faradique ou le galvano-faradique.

La plupart des dispositifs utilisés pour produire des courants ondulés comportent un curseur mobile sur une résistance ou un dispositif analogue et ceci présente l'inconvénient de déterminer une usure rapide et de mauvais contacts qui altèrent la forme du courant.

Les facteurs de cette forme sont d'ailleurs alors difficilement réglables indépendamment l'un de l'autre.

En 1924 Laquerrière a fait réaliser un appareil à cuve électrolytique qui remédiait déjà en partie à ces inconvénients, mais la nécessité d'employer un liquide présentait quelques difficultés pour l'utilisation et l'entretien de l'appareil.

Nous avons donc pensé qu'il était préférable de réaliser un appareil sta-

---

(1) Séance du 26 juin 1931.

tique en utilisant les propriétés des lampes à trois électrodes et nous pensons y être parvenus avec le concours de MM. Gaiffe, Gallot et Pilon.

Le principe de cet appareil consiste à faire débiter une source de courant continu ou faradique dans un circuit comprenant des lampes à trois électrodes disposées, les unes en série, les autres en dérivation avec l'utilisation.

Les filaments et les grilles de certaines de ces lampes sont réunis aux bornes de condensateurs alternativement chargés et déchargés. La variation de la différence de potentiel ainsi produite entre filaments et grilles provoque des variations de la résistance apparente des différentes parties du circuit, par conséquent des variations de l'intensité du courant dans ces différentes parties et en particulier dans l'utilisation.

Afin de ne pas altérer la nature du courant, les caractéristiques des différents organes sont déterminées de telle façon que l'intensité totale débitée par la source reste constante.

Cet appareil fonctionne donc d'une façon statique, ce qui évite l'usure et les perturbations produites dans la plupart des onduleurs par les contacts frottants.

Les charges et décharges successives des condensateurs sont réalisées au moyen d'un inverseur à mercure en vase clos actionné par deux fils tendus dilatés alternativement par le passage d'un courant.

L'appareil comporte un montage fournissant des ondes alternatives et un autre fournissant des ondes toujours de même sens.

Le premier montage utilise une disposition en pont de Wheatstone dont les quatre branches contiennent quatre lampes à trois électrodes. La source de courant est dans une diagonale et l'utilisation est dans l'autre diagonale.

Le deuxième montage comporte seulement les deux premières branches du pont, la source et l'utilisation ayant alors un point commun.

Il est possible de régler la période des ondes obtenues en faisant varier l'intensité du courant parcourant les fils qui commandent l'inverseur.

Il est possible de régler le temps d'augmentation et de diminution de l'intensité du courant ondulé en modifiant la capacité des condensateurs et les résistances de charge et de décharge.

Cet appareil permet donc d'obtenir un réglage facile, précis et étendu de la forme de l'onde et nous pensons qu'il contribuera à augmenter l'efficacité des traitements par électrothérapie.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action calcifiante du bismuth.* Note de MM. **C. Levaditi, A. Vaisman,** M[lles] **R. Schoen et Y. Manin,** présentée par M. Roux.

Des recherches récentes nous autorisent à affirmer que le bismuth, administré à des doses toxiques au lapin et au chien, détermine une calcification intense du muscle (au point d'injection) et du rein. C'est ce qui résulte d'expériences faites avec *des préparations bismuthiques liposolubles* (iodobismuthate de tricétylamine, α-carboxéthyl-β-méthyl-nonoate basique de bismuth et campho-carbonate de bismuth), des composés *insolubles* (carbonate associé au bismuthotartrate sodico-potassique) et des dérivés *hydrosolubles* (bismuthotartrate sodico-potassique). Le tableau ci-contre résume une partie de nos constatations concernant un bismuth liposoluble et le tartrobismuthate sodico-potassique :

				Rein.	
N° du lapin.	Bi injecté par kilogramme.	Survie de l'animal.	Bi en μ gr. par gramme.	Ca.	Néphrite.
		Bi-liposoluble.			
597 M	0,1	4 jours	290	0	+ + +
813 »	0,1	5 »	140	+ +	+ + +
544 »	0,08	7 »	56	+ + +	+ + +
598 »	0,08	4 »	270	+ + + +	+ +
545 »	0,06	7 »	150	+	+ +
546 »	0,04	7 »	130	traces	traces
		Bismuthotartrate sodico-potassique.			
2 P	0,06	3 jours	110	0	+ + +
3 »	0,03	6 »	35	traces	+ +
1 »	0,015	7 »	16	+ + + +	0

Ces données montrent : 1° que la calcification rénale apparaît vers le cinquième jour ; 2° qu'il n'y a aucun rapport direct entre la teneur du rein en bismuth et sa concentration en calcium ; 3° que la néphrite, sans être une condition *sine qua non* de la calcification rénale, la facilite.

Calcification du muscle, siège de l'injection. — La plupart des fibres musculaires au voisinage du dépôt bismuthique, offrent une incrustation calcique intense et se colorent d'une manière élective par les méthodes spécifiques du calcium (Kossa et Crétin). L'emploi simultané de l'hydrogène sulfuré (solution de sulfhydrate d'ammonium à 10 pour 100) et des

méthodes suscitées, permet de différencier, sur coupes, le calcium du bismuth. Ce dernier, inclus dans une réaction inflammatoire à polynucléaires caryolysés et à monocytes, est totalement séparé du calcium musculaire.

Calcification rénale. — Les mêmes méthodes histochimiques permettent de suivre l'évolution de la calcification rénale, ayant, pour siège électif, les épithéliums des anses ascendantes de Henle, et, plus rarement, ceux des tubes contournés. Le calcium apparaît dans le cytoplasme vacuolisé des cellules épithéliales et les imprègne progressivement, pour former des blocs calciques qui obstruent la lumière du canalicule. A remarquer l'intégrité des glomérules de Malpighi.

L'intensité du processus calcifiant est, pour une même dose toxique de bismuth, variable d'un animal à l'autre. La calcification s'atténue au fur et à mesure que diminue la dose bismuthique administrée et qu'augmente l'intervalle entre l'injection et le moment où l'on sacrifie l'animal.

L'analyse chimique démontre la réalité de cette calcification rénale. On a constaté, en effet, la présence de $5^{g},48$ et $3^{g},03$ pour 100 de calcium dans des reins ayant fourni une réaction histochimique très positive, contre $0^{g},085$ pour 100 de calcium, dans un autre rein histologiquement dépourvu de calcium. Ajoutons que le calcium rénal est parfaitement soluble dans HCl à 1/1000 (coupes).

Parmi les métaux étudiés par nous, le bismuth s'est montré le plus calcifiant. En effet, excepté le mercure [1] (*Neptal*), lequel nous a semblé relativement actif, des éléments tels que le vanadium, le tellure, le ruthénium, l'or, le gallium, l'indium, le palladium, le titane et l'arsenic, n'ont exercé aucune action calcifiante.

Conclusion. — *Le bismuth, administré au lapin et au chien, par voie intramusculaire et à des doses toxiques, se montre pourvu de propriétés calcifiantes à l'égard de tissus tels que le muscle, siège de l'injection, et le rein* [2].

(1) Saikowsky, *Virch. Arch.*, 37, 1866, p. 396; Rosenbach, *Zeitschr. f. rat. Med.*, 33, 1868, p. 36; Heilbron, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.*, 8, 1878, p. 361; Almkvist (*Comm. orale*), ont constaté la calcification rénale au cours de l'intoxication mercurielle.

(2) Il va de soi que cette action calcifiante du bismuth ne s'oppose pas à l'utilisation thérapeutique de ce métal, lequel est administré à des doses non toxiques.

La séance est levée à $16^{h}\,15^{m}$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1931.

L'Opera Maggiore di Alessandro Volta Desunta Dall' Edizione Nazionale, par Luigi Dall' Oppio. Bologna, Cooperativa Tipografica Azzoguidi, 1929; 1 vol. 25cm.

Cours élémentaire de télégraphie et téléphonie sans fil, par F. Bedeau. Paris, Librairie Vuibert, 1931; 1 vol. 25cm,5.

Travaux de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale. Tome 7, fasc. 1. *Rapports nationaux sur les travaux exécutés dans les différents pays établis à l'occasion de la quatrième Assemblée générale*. Stockholm, 11-23 août 1930. Paris, Secrétariat de la Section, 1930; 1 vol. 29cm.

A.-Th. Schlœsing (1856-1930). *Sa vie et son œuvre*, par Désiré Leroux. Paris, Dunod, 1931; 1 fasc. 24cm.

Le cinéma agricole. Répertoire des films. Paris, André Lesot, 1941; 1 vol. 22cm.

Annales françaises de chronométrie. Organe trimestriel de l'Observatoire national de Besançon, de l'Institut de chronométrie de l'Université de Besançon et de la Société chronométrique de France. Besançon, Imprimerie Millot, 1931; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. le général Ferrié.)

Problèmes de l'instinct et de l'intelligence chez les insectes (*Insectes des tropiques*), par le major R. W. G. Hingston. Paris, Payot, 1931; 1 vol. 23cm.

Premier Congrès international de la Sécurité aérienne. Rapports. Paris, Comité français de propagande aéronautique, 1930; 2 vol. 27cm,5.

Héraclite d'Éphèse. Doctrines philosophiques, traduites intégralement et précédées d'une Introduction, par Maurice Solovine. Paris, Librairie Félix Alcan, 1931; 1 vol. 19cm. (Présenté par M. G. Urbain.)

Le Vice-Amiral E. Fournier, marin, diplomate, savant, par Paul Brière. Mayenne, Imprimerie Floch, 1931; 1 vol. 25cm,5.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1930

EUROPE.

France.

AUTUN. — Société d'histoire naturelle : *Bulletin*, B 1322.
AUXERRE. — Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne : *Bulletin*, B 1558.
AVIGNON. — *Cahiers de pratique médico-chirurgicale*, C 3[1].
BORDEAUX. — Société linnéenne : *Actes*, B 881.
BREST. — *Le nouvel art cinématographique*.
CHERBOURG. — Société des sciences naturelles et mathématiques : *Mémoires*, M 521.
LE MANS. — Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe : *Bulletin*, B 1735.
LILLE. — *Information (L') médicale*.
LYON. — Observatoire : *Bulletin*, B 1031.
MARSEILLE. — Faculté des sciences : *Annales*, A 310.
— Musée colonial : *Annales*, A 865.
— *Journal des Observateurs*, J 607.
— *Marseille médical*, M 46.
MONTPELLIER. — École nationale d'agriculture : *Annales*, A 853 *bis*.
MULHOUSE. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1634.
NICE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1031[1].
PARIS. — Académie d'agriculture de France : *Comptes rendus des séances*, B 1861.
— Académie de médecine : *Bulletin*, B 894.
— Académie des sciences : *Annuaire*, I 235; *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, C 758.
— Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures : *Annuaire*, A 1280; *Bulletin*, B 914.
— Association amicale des anciens élèves de l'Institut national agronomique : *Annuaire*.
— Association amicale de secours des anciens élèves de l'École Normale supérieure : *Annuaire*, A 2386.
— Association amicale des élèves de l'École nationale supérieure des mines : *Annuaire*, A 1281; *Bulletin*, B 916.
— Association de documentation scientifique industrielle et commerciale : *Bulletin*, A 2283.
— Association des anatomistes : *Bulletin*.

---

(1) Cote de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris*. Paris, Masson, 1924-1925; 4 fasc. 23cm. Les cotes du supplément de cet *Inventaire*, qui vient de paraître, portent un indice; elles n'ont pu être données que pour une partie de ce supplément.

— Automobile Club de France : *Bulletin officiel*, A 2603.
— Banque de France : *Assemblée générale des actionnaires*, B 14[1].
— Bureau des Longitudes : *Annuaire*, A 1370.
— Bureau international des poids et mesures : *Travaux et mémoires*, T 488.
— Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée : *Rapport du Conseil d'administration*, R 61.
— Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans : *Rapport du Conseil d'administration*, R 57.
— Compagnie des chemins de fer du Midi : *Rapport du Conseil d'administration*, R 71.
— Compagnie universelle du canal maritime de Suez : *Rapport du Conseil d'administration*, C 618[1].
— Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine : *Comptes rendus des séances* C 742.
— Hôpital Saint-Michel : *Bulletin*.
— Institut des actuaires français : *Bulletin trimestriel*, B 1014.
— Institut Henri Poincaré : *Annales*.
— Institut national agronomique : *Annales*, A 872.
— Institut océanographique : *Annales*, A 873.
— Institut Pasteur : *Annales*, A 874.
— Mines de Bruay : *Rapport aux actionnaires*.
— Ministère de la marine : *Annuaire de la Marine*, A 1355.
— Ministère du commerce : *Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale*, C 98; *Rapport général*.
— Office international d'hygiène publique : *Bulletin mensuel*, B 1042.
— Office national météorologique de France : *Bulletin mensuel*, B 2247; *Bulletin quotidien de l'Afrique du Nord; Bulletin quotidien de renseignements*, B 2476[1]; *Bulletin quotidien d'études*, B 2475[1]; *Mémorial*, M 677 *bis*[1].
— Services techniques d'hygiène de la ville de Paris : *Annales*, A 1062.
— Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique : *Annuaire*, A 1291 et 1550; *Bulletin*.
— Société de médecine de Paris : *Bulletins et mémoires*, B 1462 *bis*.
— Société d'encouragement pour l'industrie nationale : *Bulletin*, B 1296.
— Société des ingénieurs civils de France : *Annuaire*, A 1403; *Mémoires et Compte rendu des travaux*, M 583; *Procès-verbal*, P 631.
— Société d'histoire de la pharmacie : *Bulletin*, B 1321.
— Société française de photographie et de cinématographie : *Bulletin*, B 1608.
— Société française des constructions Babcock et Wilcox : *Bulletin technique*.
— Société française des électriciens : *Bulletin*, B 1644.
— Société française Hispano-Suiza : *Revue et Bulletin technique*.
— Société nationale d'horticulture de France : *Bulletin mensuel*, A 952.
— Société philomathique : *Bulletin*, B 1836.
— Société de secours des amis des sciences : *Annuaire*.
— Touring-Club de France : *Revue mensuelle*, R 1484.
— Union sociale d'ingénieurs catholiques : *Écho*, E 18.
— Université : *Livret de l'étudiant*, A 92.

— *Acier (L')*, A 110.
— *Aéronautique (L')*, A 182.
— *Agronomie (L') coloniale*, M. 908.
— *Annales de chimie*, A 832.
— *Annales de cryptogamie exotique.*
— *Annales de géographie*, A 837.
— *Annales de physique*, A 832.
— *Annales de protistologie*, A 1024[1].
— *Annales des épiphyties*, A 1090.
— *Annales des ponts et chaussées, Partie administrative, Partie technique*, A 1473.
— *Anthropologie (L')*, M 129.
— *Archives de médecine et de pharmacie militaires*, J 476.
— *Archives de médecine et de pharmacie navales*, A 2134.
— *Arts et métiers*, B 2506.
— *Astronomie (L')*, A 2471.
— *Botaniste (Le)*, B 703.
— *Bulletin des sciences mathématiques*, B 1843.
— *Bulletin trimestriel de l'enseignement professionnel et technique des pêches maritimes*, B 994.
— *Chaleur et industrie*, C 202.
— *Chimie et industrie*, C 342.
— *Enseignement (L') mathématique*, E 278.
— *Fanion médical (Le)*, F 6.
— *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, L 27.
— *Géographie (La)*, G 233.
— *Horloger (L')*, H 105.
— *Information (L') médicale*, I 174.
— *Journal d'agriculture pratique et journal de l'agriculture*, M 90.
— *Journal de chimie physique*, J 368.
— *Journal de pharmacie et de chimie*, B 1787.
— *Lumière et radio.*
— *Mémorial de l'artillerie française*, M 677 *bis*.
— *Mois colonial et maritime*, M 1085.
— *Nature (La)*, N 52.
— *Nouvelle aurore (La).*
— *Presses universitaires de France.*
— *Progrès (Le) de l'aluminium.*
— *Progrès (Le) médical*, P 684.
— *Revue des agriculteurs de France*, B 1522.
— *Revue des combustibles liquides*, R 1214.
— *Revue des mutilés de l'oreille*, R 1242[2].
— *Revue des roulements à billes*, R 1256[1].
— *Revue du Génie militaire*, R 1288.
— *Revue du Nickel.*
— *Revue générale de l'électricité*, L 183.

— *Revue générale des sciences pures et appliquées*, R 1362.
— *Revue maritime*, R 1025.
— *Revue scientifique illustrée* (revue rose), R 1216.
— *Technique (La) moderne*, T 50.
— *Tribune (La) médicale*, T 515.
— *Vers la santé.*
— *Voyages et colonies.*

ROUEN. — Société des amis des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1527.
— Société industrielle : *Bulletin*, B 1636.

SAINT-ÉTIENNE. — *Revue de l'Industrie minérale*, R 1123.

STRASBOURG. — Institut de physique du globe : *Annuaire*, U 139.
— Union géodésique et géophysique internationale, section de séismologie : *Bulletin bibliographique trimestriel.*

TALENCE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1032.

TOULON. — *Côte d'Azur (La) médicale*, C 1049[1].

TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres : *Mémoires*, H 74.

Allemagne.

BERLIN. — Preussische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, M 944 ; *Sitzungsberichte*, B 192.
— *Demag.*
— *Forschungen und Fortschritte*, F 101[1].
— *Zeitschrift für Physik*, Z 151.

GÖTTINGEN. — Gesellschaft der Wissenschaften : *Abhandlungen*, C 569 ; *Nachrichten*, N 5.

HALLE. — Kaiserlich leopoldinische deutsche Akademie der Naturforscher : *Leopoldina*, L 67.

HEIDELBERG. — Bädische Landes Sternwarte : *Veröffentlichungen*, V 107.

LEIPZIG. — Sachsische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen der mathematischphysischen Klasse*, A 44 ; *Berichte über die Verhandlungen*, B 185.
— *Endokrinologie*, E 245 *bis.*
— *Jahrbuch der organischen Chemie*, J 36.

MÜNCHEN. — Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, A 36.

POTSDAM. — Astrophysikalischen Observatoriums : *Publikationen*, P 815.

Autriche.

WIEN. — Akademie der Wissenschaften : *Sitzungsberichte*, S 358.

Belgique.

BRUXELLES. — Académie royale de médecine de Belgique : *Bulletin*, B 899 ; *Mémoires couronnés*, M 440

— Musée royal d'histoire naturelle de Belgique : *Bulletin*, B 2016; *Mémoires*, M 576.
— Société belge de géologie : *Bulletin*, B 1178.
— Société royale de botanique de Belgique : *Bulletin*, B 1736.
— Société royale zoologique de Belgique : *Annales*, A 988.
— Société scientifique de Bruxelles : *Annales*, A 1001; *Revue des questions scientifiques*, R 1252.
GEMBLOUX. — Station agronomique de l'État : *Annuaire*, A 1416.
LIÉGE. — Société géologique de Belgique : *Annales*, A 980.
LOUVAIN. — *La Cellule, recueil de cytologie et d'histologie générale*, C 125.
UCCLE. — Observatoire royal de Belgique; *Annales*, A 884; *Annuaire*, A 1315; *Bulletin, séismique*, B 2490.

Danemark.

COPENHAGUE. — Danske meteorologiske Institut : *Publikationer*, P 882[1].
— Institut géodésique : *Rapport sur les travaux géodésiques.*
— Seismological Station : *Bulletin.*
— *Danish Ingolf Expedition.*

Espagne.

BARCELONA. — Real Academia de ciencias y artes : *Boletin*, B 434; *Memorias*, M 693.
— *Junta de ciencias naturales*, A 318.
— *Ciencia*, C 397[1].
MADRID. — Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas : *Memoria* J 923.
— Instituto español de oceanografia : *Boletin de oceanografia y Pesca*; *Notas y Resumenes*, N 239[4].
— Instituto nacional de investigaciones y experiencias agronomicas y forestales : *Boletin*, B 507[1].
— Laboratorio y seminario matematico : *Publicaciones*, J 926.
— Ministerio de Fomento : *Notas y Resumenes.*
— Observatorio astronomico : *Anuario*, A 1908
— Real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales : *Memorias*, M 692; *Revista*, R 755.
— Real Sociedad española de historia natural : *Boletin*, A 691; *Memorias*, M 696.
— Real Sociedad geografica : *Boletin*, B 460.
— *Instituto forestal de investigaciones y experiencias.*
— *Boletin de pescas*, B 491 *bis.*
SAN FERNANDO. — Instituto y Observatorio de Marina : *Carta fotografica del cielo.*
— *Almanaque nautico*, A 555.
— *Catalogo astrofotografico.*

Finlande.

HELSINGFORS. — Commission géologique de Finlande : *Bulletin*, B 1093 *bis*.
— Finnischen geodätischen Institutes : *Veröffentlichungen*, S 751.
— Societas geographica fenniae : *Acta geographica*, A 119[3]; *Fennia*, F 32.
— Societas scientiarum fennica : *Acta*, A 139; *Bidrag till natur och folk*, B 318.
— Merentutkimuslaitoksen julkaisu havsforskningsinstituts (Institut thalassologique) : *Sk ifter*, M 735[1].
— *Commentationes physico-mathematicæ*, C 573 *bis*.
— *FF (Folklore Fellows) Communications*, F 0[1].

Grande-Bretagne.

BIRMINGHAM. — Natural History and Philosophical Society : *Annual Report*, B 363 *bis*; *Proceedings*, P 525.
CAMBRIDGE. — Observatory : *Annual Report*, C 48.
— Philosophical Society : *Biological Reviews and Biological Proceedings*, P 536[1].
— Solar Physics Observatory : *Annual Report*, A 1721.
— *Discovery Reports.*
DUBLIN. — Royal Irish Academy : *Proceedings*, P 600.
EDINBURGH. — Astronomer Royal for Scotland : *Annual Report*, A 1665.
— Geological Society : *Transactions*, T 306.
— Royal Physical Society : *Proceedings*, P 601.
— Royal Society : *Proceedings*, P 602; *Transactions*, T 402.
GREENWICH. — Observatory : *Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors*, R 429.
HARPENDEN. — Rothamsted Experimental Station : *Report.*
— *Rothamsted Memoirs on Agricultural Science*, R 1713 *bis*.
LONDON. — British Astronomical Association : *Handbook*, B 742; *Journal*, J 798; *Memoirs*, M 610.
— Conference of Empire Meteorologists. Agricultural Section : *Report*; *Papers and Discussions*; *Observers' Handbook.*
— Geological Society : *Geological Literature*, G 244; *Quarterly Journal*, Q 11.
— Institution of Mechanical Engineers : *Proceedings*, P 560.
— Mathematical Society : *Proceedings*, P 569.
— Meteorological Office : *Annual Report*; *Geophysical Memoirs*, M 783; *Meteorological Observations, Reports and Statistics of the British Colonies*; *Monthly weather Report*, M 781; *Notes on the Meteorological Observations*; *Observatories' Year Book*, O 100[1]; *Professional Notes*, M 784; *Weekly Weather Report*, M 781.
— National Physical Laboratory : *Collected Researches*, N 25; *Report for the Year*, N 26.
— Royal Astronomical Society : *Geophysical Supplement*, M 1257; *Memoirs*, M 608; *Monthly Notices*, M 1256.
— Royal Institution of Great Britain : *Proceedings*, N 258; *Record*, R 196[1].
— Royal Microscopical Society : *Journal*, T 361; *List of Fellows.*

— Royal Society : *Philosophical Transactions*, P 225; *Proceedings*, A 72; *Year Book*, Y 20.
— Royal Society of Medicine : *Proceedings*, P 603.
— *Chemical News and Journal of Industrial Science*, C 311.
— *Geographical Journal*, G 231.
— *Nautical Almanach and Astronomical Ephemeris*, N 73.
— *World Power*.
MANCHESTER. — Literary and Philosophical Society : *Memoirs*, M 627; *Proceedings*, M 627.
OXFORD. — *The quarterly Journal of Mathematics*.
SIDMOUTH. — Norman Lockyer Observatory : *Directors' annual Report*, N 203[2].

Grèce.

ATHÈNES. — *Practica*.

Hongrie.

BUDAPEST. — *Geographica Hungarica*.

Italie.

BOLOGNA. — Osservatorio astronomico della R. Universita : *Publicazioni*, P 784 *bis*.
— *Giornale di bibliografia tecnica internazionale*, G 316[1].
— *Scientia*, R 1665.
CATANIA — Reale Osservatorio astrofisico di Catania : *Annuario*, R 175[1]; *Catalogo, astrofotografico internazionale*.
FIRENZE. — Istituto agrario di scandicci : *Bollettino*.
MILANO. — Academia pro interlingua : *Schola et vita*.
— Reale Istituto lombardo di scienze e lettere : *Rendiconti*, R 175.
— *Raccolta Vinciana*.
NAPOLI. — Accademia delle scienze fisiche e matematiche : *Rendiconto*, R 332.
PADOVA. — Universita : *Rendiconti del Seminario Matematico*.
PALERMO. — Circolo matematico : *Rendiconti*, R 329.
PARMA. — Ufficio idrografico del Po : *Pubblicazioni*.
PISA. — Reale Scuola d'ingegneria : *Pubblicazioni*, R 177 *bis*[1].
REGGIO. — R. Stazione sperimentale per l'industria delle essenze e dei derivati dagli agrumi : *Bollettino ufficiale*, B 659[1].
ROMA. — Institut international d'agriculture : *Revue internationale d'agriculture*, B 1902.
— Ministero dei lavori publici : *Annali*; *Circolo superiore d'ispezione per il Po*.
— Ministero dell' aeronautica aviazione civile e traffico aero : *Annuario*, M 926[1].
— Ministero dell' agricoltura e delle foreste : *Annali della Sperimentazione agraria*; *Nuovi annali dell' Agricoltura*, A 1131.
— Pontificia Accademia delle scienze : *Annuario*; *Memorie*, M 708.
— Reale Accademia d'Italia : *Annuario*; *Memorie*.

— Reale Accademia nazionale dei Lincei : *Atti*, A 2546; *Memorie*, A 2546; *Rendiconti*, A 2546.
— Reale ufficio centrale di meteorologia e geofisica italiano : *Memorie*, M 702[1].
— Societa italiana delle Scienze : *Memorie*, M 717.
— Specola astronomica vaticana : *Miscellanea astronomica*, S 550; *Pubblicazioni*, P 789.
— Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano : *Annali*, A 1140.
— *Annali idrologici*, U 8[1].
— *Catalogo astrografico sezione vaticana.*
— *Il freddo artificiale industriale.*
— *Nuovi annali dell' agricoltura*, A 1131.
Venezia. — R. Comitato talassografico italiano : *Memorie*, S 394[1].
— Reale Istituto veneto di scienze lettere ed arti : *Atti*, A 2571; *Memorie*, M 706.

Latvie.

Riga. — Latvijas Biologijas Biedrîbas : *Raksti.*

Luxembourg.

Luxembourg. — Institut grand ducal : *Archives*, S 484.

Monaco.

Monaco. — Institut océanographique : *Bulletin*, B 2015.

Norvège.

Bergen. — Museum : *Aarsberetning*, B 118; *Årbok*, B 118.
Oslo. — *Geofysiske Publikasjoner*, G 221 *bis*.

Pays-Bas.

Amsterdam. — Koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut : *Aerologische Bробachtungen; Annuaire; Monthly meteorological data; Seismische Registrierungen; Tabelwerk; Verbeterblad op Kaast.*
— Nederlandsche botanische Vereeniging : *Nederlandsch Kruidkundig archief*, N 92.
— Nederlandsche chemische Vereeniging : *Chemisch Weekblad*, C 318.
— *Recueil des travaux botaniques néerlandais*, N 92.
Groningen. — Kapteyn astronomical Laboratory : *Publications*, P 849.
Haarlem. — Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijnegebied : *Jaarveslag*, G 260[1].

— Musée Taylor : *Archives*, A 2162.

LEIDEN. — Physical laboratory of the University : *Communications*, C 616.

— Sterrewacht te Leiden : *Annalen*, A 784.

'S GRAVENHAGE. — Institut international de Statistique : Office permanent de Statistique : *Bulletin mensuel*, I 254.

— *Archives néerlandaises de phonétique expérimentale.*

— *Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, A 2185.

— *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, A 2185.

— *Flora batava ofbeelding en Beschrijving der nederlandsche Gewassen.*

Pologne.

CRACOVIE. — Akademji Gorniczej : *Rozprawa przedlozona.*

— Société géologique de Pologne : *Annales*, R 1704[2].

LWOW. — Société polonaise des naturalistes « Kopernik » : *Kosmos*, K 89[1].

— Union des sociétés savantes polonaises : *Bulletin*, B 1052.

WARSZAWA (VARSOVIE). — Astronomical Observatory of the Warsaw University : *Publications*, P 849[1].

— Faculté des sciences politiques et économiques : *Annuaire.*

— Nencki Institute of experimental Biology 1920-1927 : *Acta Biologiæ experimentalis.*

— Societas botanicorum Poloniæ : *Acta*, A 134[1].

— Société des sciences et des lettres : *Archives de biologie*, A 1287[2]; *Comptes rendus des séances*, C 671; *Contributions à la flore de la Pologne* (*Planta Polonia*).

— Société polytechnique : *Comptes rendus* (*Sprawozdania i Prace*), S 566[2].

— Wolna wszechnica polska : *Sprawosdanie z dziatalnosci w roku akademickim.*

— *Mathesis polska.*

— *Poradnik dla samoukow botanika*, P 366[1].

Portugal.

COIMBRA. — Observatorio astronomico : *Anaïs; Efemérides astronomicas*, E 303.

— Universidade : *Boletim bibliografico da biblioteca*, B 385 *bis*.

PORTO. — Faculdade de engenharia : *Anaïs.*

— Faculdade de sciencias : *Anaïs*, A 655[1].

Roumanie.

BUCAREST. — Académie roumaine : *Bulletin de la section scientifique*, B 1147.

— École polytechnique : *Bulletin de mathématiques et de physique pures et appliquées*

— Société médicale des hôpitaux : *Bulletins et mémoires*, B 2170.

CLUJ. — *Mathematica.*

JASSY. — Instituto Economico-Social : *Anais.*

TIMISOARA. — École polytechnique : *Bulletin scientifique.*

Russie.

Irkoutsk. — Geological and prospecting Survey : *Buriat mongolian branch; East-siberian branch.*

Kharkow. — Société mathématique : *Communications*, C 615.

— *Journal chimique de l'Ukraine*, O 265[2].

Kieff. — Académie des sciences de l'Ukraine : *Chronik der Archäologie und Kunst; Jahrbuch der Ukrainischen Museums; Mémoires de la classe des sciences physiques et mathématiques*, O 265[1]; *Procès-verbaux.*

Leningrad. — Académie des sciences : *Bulletin*, B 2485 : *Comptes rendus*, C 628; *Mémoires*, C 667; *Travaux de la section géographique; Travaux du laboratoire de biochimie.*

— Comité géologique : *Bulletins; Matériaux pour la géologie générale et appliquée*, C 563[1].

— Institut des mines : *Annales.*

— Pacific Committee of the Academy of Sciences of the U. S. S. R. : *Bulletins.*

— Russian amateur Society of the Universe's Knowledge for the Study of the Universe : *Astronomical Bulletin*, A 2453[1].

— Société russe de minéralogie : *Mémoires.*

— *Archives des sciences biologiques*, A 2157.

— *Obzor glavneichukh mestorojdenii onglei i gorutchukh slantsev S. S. S. R.*

Moskva (Moscou). — Geological and prospecting Service : *Bulletin; Transactions.*

— Institut d'État de la médecine vétérinaire expérimentale : *Œuvres.*

— Institut zoologique : *Travaux.*

— Scientific technical Department of the supreme Council of national Economy : *Transactions*, S 232[1].

— Société des amis des sciences naturelles d'anthropologie et d'ethnographie : *Mémoires de la Section chimique; Mémoires de la Section géologique*, M 470[5]; *Mémoires de la Section zoologique*, M 470[7].

— *Archives des Sciences biologiques.*

— *Revue zoologique russe*, R 1612[1].

Odessa. — Observatoire géophysique : *Bulletin*, O 93[1].

Tiflis. — *Aktinonietrischer Monatsbericht.*

Suède.

Stockholm. — Commission de Météorologie agricole : *Procès-verbaux.*

— K. Svenska vetenskaps Akademiens : *Arkiv för botanik*, B 331; *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, B 331; *Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik*, B 331; *Arkiv för Zoologi*, B 331; *Årsbok*, K 67 *Handlingar*, S 775; *Skrifter i naturskydd sarenden.*

— Sveriges geologiska undersökning, S 776 : *Årsbok*, S 776 *bis*; *Forteckning; Oversiktskarte.*

— *Acta mathematica*, A 126.
— *Les prix Nobel*, P 483.

UPPSALA. — Statens meteorologisk hydrografiska anstalt : *Årsbok*, S 590[1]; *Meddelanden*, M 174.
— Université. Anatomichen Institut : *Lakareförenings Förhandlingar*.
— Université. Geological Institution : *Bulletin*, B 2364.
— Université. Observatoire météorologique : *Bulletin Mensuel*, B 2318; *Observations séismographiques*, O 81.
— *Observations météorologiques à Abisko*, A 67.

Suisse.

BALE. — Société de chimie helvétique : *Helvetica chimica acta*, H 52.
— Société helvétique des sciences naturelles : *Publications de la commission géologique et de la commission géotechnique*.
— *Catalogue des écrits académiques suisses*, C 97.
BERNE. — Bibliothèque nationale suisse : *Rapport*, B 309[1].
GENÈVE. — Observatoire : *Publications*, O 29.
— Société astronomique Flammarion : *Bulletin*, B 1171[1].
— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances*, C 665; *Mémoires*, M 511.
— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.
LAUSANNE. — Institut international de mécanoculture : *Le courrier de l'I. M. C.*
— Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862; *Mémoires*, M 558[1].
— *Suisse (La) industrielle et commerciale*, S 734 *bis*[1].
ZURICH. — Eidgenössische Sternwarte : *Astronomische mitteilungen*, M 1066.
— International astronomical Union : *Bulletin for character figures of solar phenomena*.
— Schweizerischen meteorologischen zentral-Anstalt : *Annalen*, S 165.
— *Archives suisses de Neurologie et de Psychiâtrie*.

Tchécoslovaquie.

BRNO. — École des hautes études vétérinaires : *Publications biologiques*, P 821[1].
— École supérieure d'agronomie : *Bulletin*, B 990[2].
— Faculté de médecine : *Publications*, P 835[2].
— Université Masaryk : *Publications de la Faculté des sciences*, S 558.
PRAHA (PRAGUE). — Académie tchèque des sciences : *Bulletin international*, B 2197.
— Česká Akademie Věd a Umění : *Rozpravy*.
— Československé Akademie Zemědělské (Académie tchécoslovaque d'agriculture). *Sbornik; Věstnik*.
— Observatoire national : *Publications*, P 833[1].
— Université Charles : *Publications*.
— *Casopis ceskoslovenské společnosti entomologicke*, C 85[1].

— *Casopis pro pestovani matematiky a fysiky*, C 89.
— *Collection des travaux chimiques de Tchécoslovaquie*, C 511[1].
— *Hvezdárzká Rocenka*, H 142.
— *Výročni Zpráva*, V 265.

Yougoslavie.

ZAGREB. — Académie des sciences et des arts : *Prirodoslovna Istraživanja*, P 479[2]
— Univerzitet Kraljevine : *Red predavanja.*

ASIE.

Chine.

CANTON. — Geological Survey of Kwangtung and Kwangsi : *Annual Report; Paleontological Memoirs; Special Publications.*
— Observatoire de l'Université Sun Watsen : *Revue bimensuelle.*
CHANG-HAÏ. — Observatoire de Zô-Sé : *Annales*, A 881.
HONG-KONG. — Royal Observatory : *Conference of Directors; Monthly Meteorological Bulletin*, M 1254[1]; *Monthly Seismological Bulletin*, M 1267[2]; *Report of the Director*, R 460.
NANKING. — Academia Sinica : National Research Institute of Meteorology : *Annual Meteorological Report; Elements of aeronautical Meteorology; Hand Book to meteorological Observers; Memoirs; Monthly meteorological Bulletin.*
— Academia Sinica : National Research Institute of Physics : *Scientific Papers.*
— Academia Sinica : National Research Institute of Social Sciences : *Memoirs; Monograph.*
— Institute of Astronomy : *Memoirs.*
— Institute of Chemistry : *Memoirs.*
— Institute of Geology : *Memoirs.*
— Metropolitan Museum of natural History : *Sinensia.*
— Science Society of China : *Contributions from the biological Laboratory.*
PEIPING (PEKING). — Geological Survey of China : *Geological Bulletin; Geological Map; Geological Memoirs; Memoirs*, M 617; *Monthly Seismological Bulletin*, M 1267[2]; *Paleontologia sinica*, P 16 *bis*; *Special Report.*
— Geological Society of China : *Bulletin*, B 2365[1].

Indes anglaises.

CALCUTTA. — Geological Survey of India : *Memoirs*, M 620; *Records*, R 193.
— Government Observatories : *Magnetic Meteorological and Seismographic Observations*, M 60.
— Indian Chemical Society : *Journal*, J 817[1]; *Report*, R 471[1].
— Indian Museum : *Memoirs*, M 625; *Records*, R 196.

CEYLON. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].
HYDERABAD. — Nizamiah Observatory of Osmania University : *Publications.*
MADRAS. — Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818.
— Kodaikanal Observatory : *Bulletin*, K 49.

Indochine.

HANOÏ. — Inspection générale de l'agriculture, de l'élevage et des forêts : *Comptes rendus des travaux.*
— *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153.
PHU LIEN. — Observatoire central de l'Indochine : *Bulletin pluviométrique*, O 85.
— Service météorologique de l'Indochine : *Annales; Bulletin mensuel des Observations*, B 2283[1].
SAÏGON. — *Bulletin administratif de la Cochinchine*, B 779 *bis*[1].

Japon.

KEIJO. — *Acta medicinalia.*
KYOTO. — College of Agriculture : *Memoirs*, M 613[1].
— College of Engineering : *Memoirs*, M 615.
— College of Science : *Memoirs*, M 615.
— Université : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.
PORT-ARTHUR. — Ryojun College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1]; *Publications; Reports.*
SAPPORO. — Hokkaido Imperial University : *Memoirs of the Faculty of Engineering*, M 616[2].
SENDAI. — General Department of Scientific Research of Saito-Ho-On-Kai : *Annual Report of the Work*, A 1814[1]; *Monographs.*
— Tôhoku Imperial University : *Science reports*, S 215 *bis; Technology reports*, T 59.
— *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie*, 1065[1].
— *Tôhoku Journal of Experimental Medecine*, T 179.
— *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.
TAIHOKU. — Imperial University : *Memoirs of the Faculty of Science.*
TOKYO. — Aeronautical Research Institute : *Report*, R 425[1].
— Astronomical Observatory : *Astronomical Bulletin.*
— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].
— Faculty of Science : *Journal*, M 642.
— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].
— Imperial Earthquake Investigations Committee : *Bulletin*, B 2376; *Publications* P 858.
— Imperial University : Aeronautical Research Institute : *Bulletin; Report*, R 425[1].
— Imperial University : Earthquake Research Institute : *Bulletin*, B 2360[1].
— Institute of Physical and Chemical Research : *Abstract; Bulletin Guide*, B 2377[1]; *Scientific Papers*, S 229.
— National Research Council of Japan : *Publications; Report.*

— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.
— Society of Chemical Industry : *Journal*, J 853[1].
— Society of Mechanical Engineers : *Journal.*
— University of Literature and Science : Chemical Laboratory : *Science Reports.*
— *Acta phytochimica*, A 131.
— *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245.
— *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis.*
— *Japanese Journal of Experimental Medicine.*
— *Japanese Journal of Physics*, J 245 *quinter.*
— *Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].

Syrie.

KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].

AFRIQUE.

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116[3].

British East African.

NAIROBI. — Meteorological Service : *Annual report; Memoirs; Summary of Rainfall.*

Égypte.

CAIRO. — Ministry of Agriculture. Technical and Scientific Service : *Bulletin.*

Madagascar.

TANANARIVE. — Académie Malgache : *Bulletin*, B 2510; *Mémoires*, M 450[1].
— *Bulletin économique mensuel*, B 2154.

Maurice (Ile).

PORT-LOUIS. — Royal Alfred Observatory : *Annual Report; Miscellaneous Publications*, M 951.
— *Results of Magnetical and Meteorological Observations*, M 771.

Tunisie.

TUNIS. — Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117
— Service botanique de la direction générale de l'agriculture, du commerce et de la colonisation : *Annales*, A 1089[1].

Union of South Africa.

Bloemfontain. — Nasionale Museum : *Paleontologiese Navorsing.*

Capetown. — Royal Observatory Cape of good Hope : *Cape Star Correction Tables; Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.

AMÉRIQUE.

Argentine.

Buenos-Aires. — Facultad de agronomia y veterinaria : *Boletin.*

— Facultad de Ciencias exactes, fisicas y naturales : *Publicaciones; Publicaciones cientificas y technicas.*

— Ministerio de agricultura : *Memoria*, M 922 ; *Seccion propaganda e informes*, R 564[1]

— Ministerio de agricultura. Direccion de meteorologia : *Anales; Resumen mensua. de la Carta del Tiempo*, R 630[3].

— Sociedad entomologica argentina : *Revista.*

— *Anales de farmacia y bioquimica.*

— *Boletin matematico*, B 534[1].

— *Boletin matematico elemental.*

— *Boletin mensual de estadistica agro pecuaria*, B 536 *bis.*

— *Physis*, P 324.

La Plata. — Facultad de medicina veterinaria : *Revista.*

— Universidad : *Contribucion al estudio de las ciencias fisicas y matematicas*, U 108.

Santa Fe. — Sociedad cientifica : *Anales.*

Brésil.

Rio de Janeiro. — Academia brasileira de sciencias : *Annaes.*

— Instituto Oswaldo Cruz : *Memorias*, M 701.

— Observatorio nacional : *Boletim sismologico*, B 2489[4]; *Taboas das marés*, T 28[1].

— *Revista medico-cirurgica do Brasil*, R 883.

Sao Paulo. — Serviço sanitario : *Divulgacaos de hygiène.*

— *Annuario demographico*, A 1861[1].

— *Revista polytechnica*, R 909[2].

Canada.

Montreal. — Université : *Annuaire général.*

Ottawa. — Canadian Patent Office : *Record and Register of Copyrights and Trade Marks*, C 66.

— Department of Mines : *Annual Report*, C 55; *Mines Branch; Museum Bulletin*, G 249 et M 1327; *Reports*, C 55.

— Dominion Observatory : *Publications*, D 137.
— Geodetic Survey of the Canada : *Annual Report of the Director*, A 1796.
— *Tide Tables for the Eastern Coast of Canada*, T 135 *bis*.
— *Tide Tables for the Pacific Coast of Canada.*
TORONTO. — Biological Stations of Canada : *Contributions to Canadian Biology and Fisheries*, C 1001.
— Minister of Fischeries. Biological Board of Canada : *Bulletin*, B 2346².

Chili.

SANTIAGO. — Observatorio del Salto : *Boletin*, B 522¹.

Cuba.

LA HABANA. — Facultad de Letras y Ciencias : *Revista*, U 107.
— Observatorio nacional : *Boletin*, R 565.
— *Boletin oficial de marcas y patentes*, B 558

Équateur.

QUITO. — Universidad central : *Anales*, A 700.

États-Unis.

ALBANY. — *Astronomical Journal*, A 2454.
BALTIMORE. — Johns Hopkins University : *Studies*, J 277.
BERKELEY. — Lick Observatory : *Bulletin*, L 81.
— University of California : *Bulletin*, U 148; *Memoirs*, M 644; *Publications*, U 149.
BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences : *Proceedings*, P 500.
BROOKLYN — Institut of Arts and Sciences. Museum : *Brooklyn Museum Quarterly*, B 759²; *Science Bulletin*, M 1335 et B 759¹.
CAMBRIDGE. — Harvard College Observatory : *Annals*, A 1192; *Annual Report of the Director*, A 1714; *Bulletin*, H 30; *Circular*, A 2468.
— Massachussetts Institute of Technology : *Abstracts of Scientific and Technical Publications*, M 123³.
CHARLOTTESVILLE. — Leander Mac Cormick Observatory of Virginia : *Publications*, P 864.
CHICAGO. — Field Museum of Natural History : *Leaflet*, F 57.
EASTON. — American Chemical Society : *Journal*, J 780.
GENEVA. — New-York State Agricultural Experimental Station : *Annual Report*, N 142; *Bulletin; Technical Bulletin*, N 143.
HOUGHTON. — Michigan College of Mining and Technology : *Bulletin*.

MADISON. — Wisconsin Geological and Natural History Survey : *Bulletin*, B 2416.
MINNEAPOLIS. — *Physical Review*, P 307.
NEW-YORK. — American Mathematical Society : *Transactions*, T 252.
— *Meteorological Observatory*, N 157[1].
— New-York Academy of Sciences : *Annals*, A 1200.
— State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*.
PHILADELPHIA. — Academy of Natural Sciences : *Proceedings*, P 498; *Special Publication; Year book*, A 1656[1].
— American Philosophical Society : *Proceedings*, P 506; *Transactions*, T 258.
— Franklin Institute : *Journal*, J 812.
PITTSBURGH. — Allegheny Observatory : *Publications*, P 847.
PRINCETON. — University Observatory : *Contributions*, C 997.
ROCHESTER. — Academy of Science : *Proceedings*, P 596.
ROLLA. — Bureau of Geology of Mines : *Biennal Report of the State Geologist*, B 328 *bis*.
SAN DIEGO. — Society of Natural History : *Transactions*, T 402[1].
SAN FRANCISCO. — California Academy of Sciences : *Proceedings*, P 534.
STANFORD. — University : *Contributions from the Dudley Herbarium; Publications*, L 65.
WASHINGTON. — Bureau of Standards; *Circular*, C 419; *Commercial Standard; Journal of Research*, B 2555[1]; *Miscellaneous Publications*, D 119.
— Carnegie Institution : *Publications*, C 77; *Year Book*, C 78.
— Carnegie Institution : Mount Wilson Solar Observatory : *Communications to the National Academy of Sciences*, C 617; *Contributions*, C 76.
— Department of Agriculture : *Agriculture Year Book*, Y 22; *Circular*, D 113[1]; *Farmers' Bulletin*, U 78; *Miscellaneous Publication*, D 114; *Monthly Weather Review*, M 1269; *Technical Bulletin*, U 80[1].
— Department of Commerce : *Elimination of Waste; Simplified Practice; Special Publication.*
— Department of the Interior. Bureau of Education : *Bulletin*, U 62; *Publications.*
— Departement of the Navy. Bureau of Navigation : *American Ephemeris and nautical Almanac*, A 584.
— Library of Congress : *Report of the Librarian*, L 79.
— National Academy of Sciences : *Proceedings*, P 574.
— National Museum : *Bulletin*, S 380; *Proceedings*, P 612; *Report*, R 553.
— National Research Council : *Bulletin*, B 2392; *Reprint and Circular Series*, R 563[1]; *Transactions of the American Geophysical Union.*
— Naval Observatory : *Annual Report; Publications*, A 2464.
— Smithsonian Institution : *Annual Report of the Board of Regents*, A 1674.
— Smithsonian Institution. Bureau of Ethnology : *Bulletin*, S 379.
— State College : *Research Studies.*
— United States Public Health Service : *Studies.*
— *Journal of Agricultural Research*, J 718.

Guyane anglaise.

GEORGETOWN. — *Report of the Meteorology.*

Jamaïque.

MANDEVILLE. — *Reports on Mars.*

Mexique.

MEXICO. — Instituto de Biologia : *Anales.*
— *Monthly Weather Review.*
— *Obras publicas.*
— *Revista mexicana de ingenieria y arquitectura*, R 896 *bis*[1].

Paraguay.

ASUNCIÓN. — Sociedad cientifica : *Biblioteca.*

Pérou.

LIMA. — Escuela de ingenieros : *Memoria anual presentada por la Direccion.*
— *Boletin de Minas, industrias y construcciones*, B 490.
— *Boletin oficial de minas y petroléo.*

Uruguay.

MONTEVIDEO. — Facultad de medicina : *Anales*, A 681.

Venezuela.

CARACAS. — Colegio de ingenioros de Venezuela : *Revista*, R 803[1].

OCÉANIE.

Australie.

BRISBANE. — Royal Geographical Society of Australasia, Queensland : *Geographical Journal*, P 594.
SYDNEY. — University : *Journal of the Cancer Research Committee.*
— *Australian Science Abstract*, A 2596[2].

Indes Néerlandaises.

BANDOENG. — Netherlands East Indian Volcanological Survey : *Bulletin*, B 2392[1].
— Vulkanologische en seismologische : *Mededeelingen*, V 262[2].
— *Jaarboek van het Mijnwezen Nederlandsch-Indië*, J 7.
— *Wetenschappelijke mededeelingen*, W 431[1].

BATAVIA. — Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium : *Observations*, O 48; *Verhandelingen*, K 80.
— *Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, N 70.
— *Seismological Bulletin*, E 326.

BUITENZORG. — Instituts scientifiques « 's Lands Plantentuin » : *Treubia, recueil de travaux zoologiques hydrobiologiques et océanographiques*, T 503 *ter*.
— Dients van den Mijnbouw in Nederlandsch Indië : *Wetenschappelijke mededeelingen*, D 204[1].

ERRATA.

—

(Séance du 8 juin 1931.)

Note de M. *H. Deslandres*, Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule :

Page 1420, dernière ligne du tableau, *au lieu de* NON, *lire* NO.

(Séance du 22 juin 1931.)

Note de M. *H. Deslandres*, Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule :

Page 1610, lignes 16 et 17 du tableau, *ajouter* id. dans la 3e colonne; dernière ligne de la première partie du tableau, *au lieu de* 7C, *lire* 7N.

Note de M. *Gabeault*, Sur la résistance de l'air aux vitesses balistiques :

Page 1631, ligne 7, *au lieu de* section V, *lire* section σ; ligne 18, *au lieu de* frontière N, *lire* frontière $\mathcal{N}$.
Page 1632, ligne 1, *au lieu de* et du front R, *lire* et du front $\mathcal{R}$.
Page 1633, ligne 16, *au lieu de* pour $V_0 = 64$, *lire* pour $V_0 = 640$.

FIN DU TOME CENT-QUATRE-VINGT-DOUZIÈME.